This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

QE
285
.P38
1904

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005

HARVARD UNIVERSITY

GEOLOGICAL SCIENCES
LIBRARY

ALEXANDER AGASSIZ.

TRANSFERRED
October 24, 1904.

LIBRARY

OCT 24 1904
24.435

Ueberreicht vom Verfasser.

GEOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN IM ANTIRHÄTIKON.

VON

W. PAULCKE,

PRIVATDOZENT DER GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG I. B.

MIT EINER KARTENSKIZZE.

(SONDERABDRUCK AUS DEN BERICHTEN DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU FREIBURG I. B. BAND XIV.)

FREIBURG I. B.
C. A. WAGNERS UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI
1904.

QE
285
.P38
1904

GEOLOGICAL SCIENCES
LIBRARY

JUL 10 1999

HARVARD UNIVERSITY

Geologische Beobachtungen im Antirhätikon.

Eine vorläufige Mitteilung

von

W. Paulcke.

Mit einer Kartenskizze [1].

Den Namen Antirhätikon für das zu behandelnde Gebiet übernehme ich von G. A. Koch (Abgrenzung und Gliederung der Silvrettagruppe etc. S. 12), der denselben unter Hinweis auf die Tatsache aufgestellt hat, dass dieser Gebirgsteil Graubündens in vielem „das leibhaftige Gegenstück des Rhätikon" darstellt. Von den verschiedenen anderen Namen, die in der Literatur für unsere Gegend eingeführt sind, will ich nur die bekanntesten Bezeichnungen „Muttlergebirge" und „Samnaungruppe" erwähnen.

In der Begrenzung des Antirhätikon, welches geologisch das Gebiet der sog. „Kalktonphyllite des Unterengadin" darstellt, kann ich mich im allgemeinen G. A. Koch anschliessen.

Die N- und WNW-Grenze wird durch den vorwiegend kristallinen SW bis NO streichenden Kamm: Landeck—Thialspitze—Furgler—Hexenkopf—Vesulspitz gebildet, der das Paznaun im SO begrenzt.

---

[1] Die beigegebene Kartenskizze soll nur eine allgemeine Orientierungsmöglichkeit geben; zu diesem Zweck sind die wichtigsten in dieser Mitteilung erwähnten Namen eingetragen. Vor allem ist Wert darauf gelegt, dass die Lage der Unterengadiner Ueberschiebungsgebiete im Verhältnis zu den sie umgebenden kristallinen Gebieten deutlich ins Auge springt, damit die von mir geschilderten Schubrichtungen, ihre Interferenzen, und die Ausweichmöglichkeiten verständlich werden. — Vgl. hierzu zur allgemeinen Orientierung Blatt X und XV der Geologischen Karte der Schweiz. — Druckfehler auf der Kartenskizze: statt Schlatta-P. lies Scaletta-Pass. Am Endkopf (Trias) fehlt die Umrandung.

Die NW- und W-Grenze wird durch den, der Silvrettagruppe s. str. angehörenden, kristallinen Kamm: Berglerkopf—Gemsbleisspitz—Fluchthorn gebildet: der S-Teil der W-Grenze ist unregelmässiger. Er zieht vom Fluchthorn über den Futschölpass, folgt dann im allgemeinen der Val Urschai und Val Tasna gegen Ardetz mit zwei westlich gerichteten Ausbuchtungen in die Val Tuoi zwischen Piz dellas Clavigliadas und Piz Cotschen, sowie gegen Guarda.

Die S- und SO-Grenze folgt von Guarda an im allgemeinen der Innlinie, sie überschreitet den Inn in geringfügigem Masse bei Ardetz und bei Tarasp gegen Val Sampuoir und Val Plafna.

Von Martinsbruck an, Inn abwärts, hört dieser Fluss jedoch auf, die Grenze zu bilden. Hier fluten die Schiefermassen weit nach O, bis ihnen die kristalline Masse der Oetztaler Alpen eine Grenze setzt.

In dem fast ausschliesslich sedimentären Antirhätikon ist nur ein orographisch stärker hervortretender Gebirgszug entwickelt, d. i. der sigmoid verlaufende, wesentlich W—O gerichtete Gebirgskamm Piz Tasna (3183 m)—Piz davo Lais (3031 m)—Piz Roz (3115 m)—Stammerspitz (roman. Piz Tschütta, 3258 m)—Muttler (3298 m)—Piz Mondin (3147 m).

Dieser Gebirgszug trennt auf der vorwiegend S—N verlaufenden Strecke Piz Tasna—Piz Roz, das obere Fimbertal von der winkelig darauf zulaufenden Val Sinestra: der vorwiegend W—O gerichtete Teil: Piz Roz—Stammerspitz—Piz Mondin scheidet die Val Sinestra vom Samnauntal. Die höchsten Erhebungen betragen um 3200 m. Die Passübergänge weisen relativ beträchtliche Höhen (um 2700 m) auf, woraus die Abgeschlossenheit, und die daraus folgenden eigenartigen politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse, die in gewissen Gebieten des Antirhätikon herrschen, erklärbar werden.

Das Vorwiegen von kalkreichen und kalkarmen Schiefern bedingt zum Teil eine relativ geringe Akzentuierung der Bergformen auf der Dachseite des Schichtfallens, während auf der Seite der Schichtköpfe, und da, wo Spilitmassen, oder grössere Dolomitkomplexe auftreten, sowie in den kristallinen Grenzgebieten, kühnere Formen gebildet werden.

Besonders im Inntal tritt der, jedem Beschauer sofort ins Auge fallende, Kontrast zwischen den sanftgeneigten, mattenbedeckten Hängen des Schiefergebietes im NW und den schroffen Dolomitabstürzen der Sesvennagruppe im SO scharf in die Erscheinung.

Ueber der Wald- und Wiesenregion zeigt das Schiefergebiet ein Bild öder Einförmigkeit, so dass den Geologen beim ersten Durch-

wandern fast ein Grauen befällt vor der Aufgabe, in dieser Schieferöde Ordnung zu suchen. — Da das Gebiet für die alte Frage nach dem Alter der „Bündnerschiefer", wie für die Tektonik Graubündens, und damit die der Alpen, von ausserordentlicher Wichtigkeit ist, entschloss ich mich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, G. STEINMANN, den Antirhätikon einer genauen Bearbeitung zu unterziehen, und das Gebiet in grossem Massstabe zu kartieren, weil schliesslich nur durch exakte kartographische Aufnahmen eine sichere Grundlage für eine klare Erkenntnis stratigraphisch, wie tektonisch schwer entwirrbarer Verhältnisse in den Alpen gewonnen werden kann.

G. STEINMANN für seine, seit Beginn meiner Studien mir zu gute kommende, reiche Anregung und Förderung nach jeder Richtung an dieser Stelle zu danken, ist mir ein Herzensbedürfnis. — Der wissenschaftliche Beirat des C. A. des D. Oe. A.-V. bewilligte mir für den Sommer 1903 eine Unterstützung zur Fortführung meiner Arbeiten im Antirhätikon, wofür ihm mein bester Dank gebührt.

Der Antirhätikon hatte sich nur in geringem Masse des aktiven Interesses der Geologen zu erfreuen, wie aus folgendem kurzen, literarisch-historischen Rückblick ersichtlich ist.

Literatur.

ESCHER und STUDER verdanken wir die ersten Notizen über unser Gebiet. STUDER beschreibt die Granite, Gneisse, Glimmer- und Hornblendeschiefer der Silvretta, er erwähnt die Beobachtungen ESCHERS über den Gabbro, Serpentin und Spilit des Piz Minschun und des Bürckelkopfes, und nennt die Gipse des Unterengadin in Verbindung mit den Schiefern Mittelbündens. — Der Gruppe der „grauen Schiefer" Westbündens reiht er die Ton- und Kalkschiefer des Unterengadin an, und betont, dass die in der Nähe der „Eruptionsspalte des Engadin" stark metamorphosierten Schiefer immer normaler werden, je weiter man sich von dieser Störungszone entfernt. Er sagt (l. c. S. 377) „man möchte sie (die Schiefer) sogar mit noch jüngeren Schiefern (als Lias) vergleichen, und eher Fucoiden als Belemniten zu finden erwarten". (!)

Wir werden gelegentlich des vorläufigen Gliederungsversuches dieser Schiefer wieder auf STUDERS Aeusserungen zurückzukommen haben.

ESCHER entdeckte im Samnauner Gebiet bei Alp Bella „wo diese grauen Schiefer ein hoch aufgeworfenes Gewölbe bilden", und am Greitspitz, Belemniten und Pentacriniten.

Dieser später stets wieder zitierte Fund führte dann dazu, dass, besonders durch THEOBALD, der ganze Schieferkomplex für jurassisch erklärt wurde.

Eingehendere geologische Bearbeitung des Antirhätikon, in Verbindung mit derjenigen ganz Graubündens, verdanken wir THEOBALD, welcher zuerst eine kleinere Arbeit[1], und dann 1864 seine grosse Bündner Arbeit mit den Blättern X und XV der geologischen Uebersichtskarte der Schweiz im Massstab 1 : 100000 herausgab.

In diesem, in seiner Art monumentalen Werk behandelt THEOBALD den Antirhätikon in grossen Zügen. — Wie überall in Graubünden, so sehen wir auch hier, wenn wir THEOBALDs Spuren folgen, wie gut dieser verdienstvolle Forscher beobachtet hat, als er die wissenschaftlich-geologische Grundlage schuf, auf der wir jetzt weiterbauen können. — Er unterschied an Sedimenten:

Casanaschiefer, Quarzite, Quarzitschiefer und Conglomerate, die er unter dem Namen Verrucano subsummierte. — Für Gipse, Rauhwacken, Dolomite und Kalke von Zebles und Salàs hielt er das Guttensteiner Niveau für wahrscheinlich. — Einen Dolomit am Greitspitz deutet er als Hauptdolomit, eventuell p. p. Dachsteinkalk, doch ist es ihm unmöglich, zwischen diesen Gesteinen eine Trennung vorzunehmen. Einerseits vermutet er in dieser Dolomit-Rauhwacken-Gipszone das Auftauchen eines Triasrückens, anderseits glaubt er, dass die Gipse in die „Allgäuschiefer" eingelagert seien.

Die Belemniten des Greitspitz, sowie die unbestimmbaren Reste von Ammoniten, Brachiopoden und Zweischalern veranlassen THEOBALD, nicht nur die Gesteine dieser Fundstellen, sondern die gesamten Schiefer des Antirhätikon für zweifellos liasisch, und zwar für „Allgäuschiefer" zu erklären. — Seine Karte weist demnach, ausser den Durchbrüchen basischer Eruptiva, und dem schmalen Verrucano-Triaszug im N und NNW des Gebietes, durchgehend, über sämtliche Berge und Täler hinweg, einförmige Liaskolorierung auf.

Das Auftreten basischer Eruptiva (Diorite, Gabbros, Diabase, Spilite, Serpentine) an den Rändern des Gebietes und z. B. mitten innerhalb der „Allgäuschiefer", und die Umwandlung der Schiefer durch diese Eruptiva, finden bei THEOBALD eingehende Erörterung; allerdings fügen sich diese Vorkommnisse nicht in den Rahmen der

[1] Unterengadin. Geognost. Skizze: Neue Denkschr. etc. Bd. 17.

eigenartigen tektonischen Erscheinungen, für deren Erklärung die Theorie des einfachen Faltenbaus völlig versagt.

Von Vorahnungen der tektonischen Verhältnisse im Antirhätikon, wie Bündens überhaupt, möchte ich an das Profil Studers erinnern, auf dem er (Geol. d. Schweiz S. 273) die Gneisse und Hornblendeschiefer des „Fimberspitz" auf die grauen Kalkschiefer des Piz Minschun überschoben zeichnet, wie er auch sonst, z. B. im Gebiet von Arosa, direkt von Ueberschiebungen des Kristallinen auf die mesozoischen Sedimente spricht.

Ebenso zeichnet Theobald (l. c. Taf. III) auf seinem (auch im Führer von Blaas reproduzierten) Profile, Gneisse und Glimmerschiefer nördlich der schwarzen Wände (Bürckelkopf) in NS-Richtung auf jüngere Bildungen überschoben, und lässt die Schiefer bei Reschen unter die Gneisse der Oetztaler Alpen untertauchen.

S. 287 (l. c.) äussert er sich auch dahin, dass die Lagerungsverhältnisse so merkwürdig seien, dass man glauben könnte, die kristallinen Gesteine seien über Lias- und Triasbildungen „gleichsam überschoben".

Stache (V. R. A. 1872 S. 253) widerspricht bezüglich der Altersbestimmung der Schiefer den Schweizer Geologen (Escher, Studer, Theobald); er will die Schiefermassen nicht als Lias gedeutet wissen, hält die durch Petrefaktenfunde als jung gekennzeichneten Gesteinspartien für lokal eingezwängte Reste, und verfällt in das entgegengesetzte Extrem, indem er den ganzen Komplex für paläozoische Kalktonphyllite erklärt.

G. A. Kochs Notizen (Abgrenzung und Gliederung der Silvretta Gr. etc.) über den Antirhätikon bringen an Tatsächlichem nichts Neues. Interessant ist in seinen Publikationen besonders die Erkenntnis, und der nachdrückliche Hinweis, dass der Antirhätikon, seiner geologischen Zusammensetzung nach, grosse Verwandtschaft mit dem Rhätikon zeigt, wennschon „die typischen mesozoischen Kalke der Trias, Lias und Tithonbildungen im Rhätikon zu einer ungleich stärkeren Ausbildung gelangen, als im ganzen Antirhätikon".

Bezüglich der „Schieferfrage" möchte ich folgende Worte Kochs im Wortlaut zitieren; er glaubt, dass „die Kalke und Schiefer zum mindesten von der unteren Trias bis zur oberen Kreide hinaufreichen", und schreibt weiter: „Sämtliche Kalke und Schiefer sind relativ arm an Petrefakten, ihre Altersbestimmung daher recht schwierig. Die Bündnerschiefer (= Kalktonphyllite Staches) füllen die Talgehänge des Rhätikon und Antirhätikon gegen Landquart

und Innfluss aus, greifen auch tief ins Inntal hinüber, und repräsentieren mit ihren Kalken Bildungen, welche wahrscheinlich in der paläozoischen Zeit beginnen, und bis ins Tertiäre (Eocän) hinangehen."

In ähnlichem Sinne hatte sich Koch schon 1877 (V. R. A. S. 142) geäussert.

Studers Ansichten über das Alter der Bündnerschiefer sollen später bei Besprechung dieser Bildungen angeführt werden.

Wir sehen jedenfalls, dass solche Vermutungen, die Bündnerschiefer dürften alle Formationen vom Paläozoicum bis zum Tertiär umfassen, schon sehr früh mit grosser Bestimmtheit aufgetaucht sind, Vermutungen, die in letzter Zeit wiederholt als neu auftauchten, ohne besser begründet worden zu sein.

Bestimmte Anhaltspunkte für das Vorhandensein postjurassischer Bildungen innerhalb der Bündnerschiefer erhielten wir in einer wohl übersehenen Notiz[1] Eschers und Studers über Bündner, mit Fucoïden vergesellschaftete, Pentacriniten, die Agassiz, unter Vergleich mit Neocomvorkommnissen von Neuchâtel, für untere Kreideformen ansprach.

Nachdrücklich vertreten wurde die Annahme, dass es sich in den Bündnerschiefern vorwiegend um ganz junge (tertiäre) Flyschbildungen handle durch Steinmann[2], der auch Hauptzüge der Unterengadiner Tektonik in ihren Schollen und Klippenüberschiebungen als Erster erkannte, und mit den Ueberschiebungsschollen der Schweizer Klippen verglich.

Wesentlich gefördert wurden dann unsere stratigraphischen, wie tektonischen Kenntnisse der Bündner Aufbruchsgebiete durch Steinmanns Schüler Th. Lorenz, dessen exakte Befunde und Detailaufnahmen begannen, eine solide Basis für die weiteren Arbeiten in Graubünden zu schaffen.

Auf weitere Arbeiten, die indirekt zu meinen Untersuchungen Beziehungen haben, werde ich später jeweils zu sprechen kommen.

Wir sehen jedenfalls aus dem Gesagten, dass Vermutungen, die „Bündnerschiefer" dürften alle Formationen vom Paläozoicum bis zum Tertiär umfassen, schon sehr früh aufgetaucht sind, ja dass mit recht weitgehender Sicherheit feinspätige Crinoidenbreccien in

[1] Escher und Studer, Geologie v. Mittelbünden. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. 8. Neuenburg.

[2] G. Steinmann, Geolog. Beobachtungen in den Alpen. I. Das Alter der Bündner Schiefer. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 10, S. 215 ff.

diesen Schiefern schon von ESCHER und STUDER richtig als Kreide erkannt wurden (= LORENZ' Tristelbreccie). Volle Sicherheit, bestimmte Anhaltspunkte für das Vorwiegen junger und jüngster Bildungen erhielten wir erst durch LORENZ[1], der durch Fund eines Orbitoides als Teilstück einer feinen Breccie einen Teil der Schiefer des Prätigau dem Eogen, durch Orbitulinenfunde (Orb. lenticularis) einen andern Teil derselben, der älteren Kreide sicher zuweisen konnte.

In folgendem bin ich nun in der Lage, grundlegende Anschauungen speziell von STEINMANN und LORENZ zum Teil bestätigen, zum Teil erweitern zu können.

Wenn meine bisherigen Befunde auch noch recht weit davon entfernt sind, volle stratigraphische und tektonische Klarheit im Antirhätikon zu schaffen, so bringen sie doch bereits einige für dies Gebiet neue Tatsachen. Ich publiziere daher aus leicht begreiflichen Gründen, trotz des Bewusstseins ihrer Unfertigkeit, diese „vorläufige Mitteilung" bereits jetzt, da noch längere Zeit erforderlich sein wird, bis ich meine kartographisch-geologischen Aufnahmen in den Bergen abschliessen kann, und eine grössere, zusammenfassende Arbeit druckreif ist.

Ueber die Schichtenfolge im Antirhätikon ist in grossen Zügen folgendes zu sagen:

I. Das Grundgebirge.

Mit wenigen Ausnahmen ist das Auftreten der Gesteine des Grundgebirges auf die westlichen, nördlichen und östlichen Grenzgebiete beschränkt; schmale Gneisszonen stossen von SO aus bis an das Schiefergebiet; die Gneiss- und Granitvorkommnisse im Bereich der Val Tasna sind Reste der Ueberschiebungsdecke, und kristalline Schuppen, welche die Sedimenthülle durchbrochen haben (z. B. am Piz Minschun).

Den Hauptanteil an den kristallinen Gesteinen[2] der Umgrenzungsgebiete haben die Gneisse, Hornblendeschiefer und

---

[1] TH. LORENZ, Geolog. Stud. im Grenzgebiet zw. helvet. und ostalpiner Facies, 1900. I. Fäscherberg, Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz N. F. X, 1900. 1901 II. Der südl. Rhätikon, Ber. d. Naturf. Ges. z. Freiburg i. Br. Bd. 12.

[2] Auf ihre Untersuchung verzichtete ich. Ihre Bearbeitung, wie die der jüngeren Eruptiva, ist durch Prof. GRUBENMANN-Zürich — nach mündlicher Mitteilung — nahezu abgeschlossen.

Glimmerschiefer der Silvrettagruppe, des Ferwall und der Oetztaler Alpen.

Die von THEOBALD als Casanaschiefer bezeichneten Gebilde befinden sich mehrfach über den Gneissen (d. h. da inverse Lagerung vorwiegt, meist unter denselben). Es sind normalerweise hell bis dunkelbleigraue kalkfreie, stark gequälte Tonschiefer mit schwärzlich-grünem „glänzenden Ueberzug auf den Ablösungsflächen", mit quarzigen Zwischenlagen. — Diese Schiefer gehören wohl mit Sicherheit dem Paläozoicum an, da sie in Normalprofilen auf Gneiss folgen, und den Verrucano unterteufen. Sie in eine bestimmte Formation zu verweisen, haben wir keine begründete Berechtigung.

II. Das Deckgebirge.

1. Perm. Die Verrucanogesteine sind nicht in typischer Ausbildung vertreten, wie in Gegenden, wo sie zweifellos für permisch gelten können. — Vor allem konnte ich bis jetzt keine Quarzporphyrbrocken finden.

Professor MILCH, welcher die Liebenswürdigkeit hatte, meine Proben dieser Gesteine einer Durchsicht zu unterziehen, wofür ich ihm hiermit meinen besten Dank abstatte, konnte meine Frage, ob Verrucano oder Buntsandstein, nicht in dem einen oder dem andern Sinne entscheiden. — Einige Proben zeigen nach MILCH grosse Aehnlichkeit mit den zementreichen, schieferigen Sandsteinen eines relativ hohen Verrucanohorizontes, wie er in der Gegend von Mels vorkommt.

Z. T. sind die verrucanoartigen Gesteine ausserordentlich glimmerreich, und ähneln den von BÖSE, wohl irrtümlich, für Buntsandstein erklärten Gesteinen von Cierfs bis in alle Details.

Alle diese Gesteine haben im Antirhätikon keine grosse Mächtigkeit, sie liegen meist über, oder invers unter dem Casanaschiefer, bilden schmale Bänder an der Basis der Gipse von Salàs dadaint, oder sind mit Jurakalken („bei der Küche") in abnormem tektonischen Verbande verquetscht.

Die im einzelnen offenbar sehr verwickelten tektonischen Verhältnisse, welche nirgends a priori erlauben, ein Profil, oder auch nur Abschnitte desselben, als normal anzusehen, verlangen bei der Deutung aller fossilfreien Gesteine im Antirhätikon die allergrösste Vorsicht und Zurückhaltung.

Aus diesem Grunde will ich auch dieser Arbeit noch keine Detailprofile beigeben, da die Deutung mancher Einzelheiten noch unsicher ist.

Die verrucanoartigen Gesteine in Verbindung mit dem mächtigen unteren Gipslager von Zebles und Salàs dadaint kann ich bis jetzt nur als oberpermisch oder untertriadisch bezeichnen.

2. Trias. — Fraglose Trias konnte THEOBALD nicht im Antirhätikon nachweisen. Er betrachtete den unteren Gipszug von Salàs und Zebles, sowie das Vorkommnis von Mottas (= Chè d'Mott) für einen aufragenden Triasrücken, ohne jedoch seiner Sache absolut sicher zu sein. — Mit dem genannten Gips bringt er Rauhwacken, Dolomite und Kalkbänke vom Gribella-Südgrat in Verbindung, die er zum Guttensteiner Kalk, oder zu den Raiblern gehörig ansieht. — Mir scheint die Deutung als Raiblerschichten aus dem Grund nicht zutreffend, weil „Verrucano" mit ihnen vergesellschaftet ist, und weil dieser mit Rauhwacken vergesellschaftete grosse Gipskomplex an den Stellen fehlt, wo wir normal marine Trias sicher nachweisen können. — Die Verweisung in die untere Trias, oder in das obere Perm dürfte für diese salinaren Bildungen am meisten für sich haben.

Vielleicht gehört das eigentümliche Vorkommnis bei Chè d'Mott dem Raibler Horizont an; tektonische Ueberlegungen sprechen dafür (vgl. Tektonik S. 283). Die in den sog. Phylliten am Inn eingelagerten Gipse sind stets von Dolomit und auch Triasschiefern begleitet; sie sind wohl eingepresste Triasglieder.

Die mit den Gipsen und Rauhwacken z. T. in ausgedehntem Masse vergesellschafteten bunten (rötlich-grünlich-gelblichen) kalkhaltigen bis kalkfreien Schiefer, wie sie z. B. zwischen P. 2921 und dem Frudigerkopf[1] ziemlich mächtig anstehen, und in reicher Entwicklung[2] den Gipszug von Piz davò Sassè-Piz da Val Gronda-Zelbes begleiten, halte ich für den triadischen Anteil der „Bündnerschiefer" des Antirhätikon.

Ihre bunte Farbe, ihre Vergesellschaftung mit Gipsen, ihre quarzsandige Beschaffenheit und Kalkarmut sind die einzigen Merkmale, die ich bis jetzt für ihre Erkennung namhaft machen kann. — Sie finden sich oft in Verbindung mit Quarziten und Rauhwacken und scheinen auch in abnormen Verband zu „jüngeren Bündnerschiefern" zu treten. Ferner kann ich die unter der oberen

[1] Ostbegrenzung des Zandertales. [2] Ostgrenze des Fimbertales.

kristallinen Ueberschiebung den Dolomit invers unterlagernden streifigen gelben, sowie die dunklen „verbrannten“[1] Schiefer, nur der Trias (Raibler?) zurechnen (Parditscher Grat, Larainfernerspitz etc.).

Ausser dieser und der salinaren Trias fand ich im Sommer 1902 auch **normal-marine ostalpine Trias** im Antirhätikon, ein Fund, der nach THEOBALDS Karte überraschend kam.

Mitten im Gebiet der sog. „Bündnerschiefer“ liegt eine riesige überschobene Triasscholle, der Stammerspitz.

Die für das Samnauner Schiefergebiet allseitig abnorm kühne Gestalt dieses Berges liess mich schon abweichende geologische Zusammensetzung vermuten, und eine Durchkletterung seiner Wände zeigte, dass wir es mit dem Wettersteinniveau, Hauptdolomit und Rhät zu tun haben. — Ob Muschelkalk überhaupt im Antirhätikon fehlt, vermag ich vorderhand noch nicht zu entscheiden.

Die Trias des Stammer liegt überschoben auf jungen „Bündnerschiefern“ (vgl. Tektonik S. 282), über deren von Tobeln durchfurchten, berasten Hängen sich ihre grauen, prallen Mauern erheben. — Wie auch an andern Stellen, finden wir an der Ueberschiebungsbasis eine mit Triasgesteinen verknetete und verquickte Spilitschieferlage (vgl. Tektonik S. 283).

Darüber folgt ein mannigfacher Wechsel von kalkigen und dolomitischen Bänken, sowie Tonschieferlagen der Schichtenfolge des Wettersteinniveaus, welches eine Gesamtmächtigkeit von zirka 150 m besitzt.

Von den charakteristischsten Bänken in diesem Wettersteinkomplex seien folgende genannt: ein schwarzgrauer Dolomit mit matt- und hellgelber Verwitterungsfläche; in einem höheren Niveau fällt eine 80 cm mächtige Kalkbank auf, die massenhaft Querschnitte unbestimmbarer Brachiopoden zeigt.

Darüber lagert ein 20 m mächtiger hellgrauer, grobsplitterig zerfallender, unter dem Hammer klingender Dolomit; über diesem eine 80 cm mächtige Lithodendronbank[2].

Zwischen dieser Lithodendronbank und dem Hauptdolomit folgt u. a. noch eine Kalkbank mit unbestimmbaren Zweischalern, und ein

---

[1] Durch dieses Beiwort soll der eigenartige Habitus dieser z. T. löcherig, schlackig aussehenden, braunschwarz gefärbten Schiefer charakterisiert werden.

[2] Vgl. den Nachweis einer Lithodendronbank im Wetterstein durch WÄHNER im Sonnwendgebirge, HOEK, im Plessurgebirge und SCHILLER in der Lischannagruppe.

in Tonschiefer eingequetschtes Bänkchen mit Brachiopodendurchschnitten.

Schliesslich, an der Grenze gegen den Hauptdolomit liegen Tonschiefer mit herbstlaubfärbigen Verwitterungsflächen, welche stark gequält sind, und in die Fugen benachbarter Kalk- und Dolomitgesteine eingequetscht erscheinen.

Diese bunten Tonschiefer dürften vielleicht den **Raiblern** zugehören.

Die nun folgende Mauer von **Hauptdolomit** hat eine Mächtigkeit von 200—280 m und besteht aus einem wohlgeschichteten, teils homogenen, weissgrauen, splitterig verwitternden, teils eckig brecciösen Dolomit von etwas dunklerer Färbung. — Er ist fossilfrei.

Etwas NW unter dem Ostgipfel (3258 m) findet sich dann die Auflagerung des Rhät, aus welchem der ganze Verbindungsgrat zum Westgipfel (3243 m), dieser selbst, sowie der Westgrat des Berges besteht. — Dieser Triashorizont ist sofort, von weitem, durch die dunkle Farbe erkennbar.

Das Rhät wird vorwiegend durch weiche Mergel und Kalke gebildet. Unter den zahlreichen verquetschten Zweischalern hat sich bis jetzt kein bestimmbares Fossil gefunden.

Der ganze Triaskomplex fällt NW, so dass die SO-Wand des Stammerspitz vorwiegend durch Dolomit, die NO-Wand vorwiegend durch Rhät gebildet wird.

Ungünstige Witterungsverhältnisse (Neuschnee) erlaubten mir leider vergangenen Sommer nicht, das interessante Triasvorkommen eingehender zu untersuchen.

Triasdolomite finden wir dann teils als einzelne Einspitzungen, teils als weit sichtbare Lagen, an den Grenzen zwischen der unteren grossen Ueberschiebung (= Stammerüberschiebung) u. a. am Munt da Cherns S-Flanke, Piz Munschuns SW-Flanke, Tilolet, wo sie als helle Felsköpfe, mitten aus den bei ungenauem Hinsehen ganz einheitlich erscheinenden, berasten Schieferhängen vorragen; auch hier basal begleitet von gepresstem rötlich-grünen Spilitschiefer.

Das gleiche gilt von der oberen Ueberschiebung (Silvretta-Ferwall Ueb.), wo die basal mit Spilitmaterial verquetschten Triasschichten unter der kristallinen Ueberschiebungsdecke des Parditschergrates und des Flimspitz vorzüglich aufgeschlossen sind. — In analoger Weise wie hier, sehen wir dann die Trias unter die vor-

mesozoischen Hornblendeschiefer des Gemsbleisspitz, des Fluchthorns, des Piz Cotschen etc., einfallen.

Die Frage, ob die Reduktion der mächtigen oberen Trias des Stammer in den benachbarten Gebieten tektonische Ursachen hat, oder ob die lagunär eingedampfte Trias teilweise, faciell abweichende, zeitliche Aequivalente darstellt, lässt sich vorderhand nicht beantworten.

3. **Der Jura** ist bis jetzt nur als unterer Lias mit absoluter Sicherheit nachweisbar. — Er ist von Escher im Antirhätikon entdeckt, von Theobald bei Alp Bella (nach seinen Fossilpunkteintragungen erratisch) wiedergefunden worden. — Theobald fand unbestimmbare, zerdrückte Terebrateln, Pentacriniten und unbestimmbare Ammoniten, die er als Amm. communis und costatus deutet. Die Belemniten hielt er für digitalis? und acuarius? — Auf Grund dieser auf oberen Lias deutenden lokalen Fossilienfunde begeht nun Theobald den Fehler, den ganzen Komplex der Samnauner (= Antirhätikon-) Schiefer für Lias in Allgäufacies zu erklären; er meint sogar, durch diese Funde sei „die liasische Natur dieser Felskette (Alp Bella-Greitspitz) und der Samnaunschiefer ausser Zweifel gesetzt". Meine Befunde im Antirhätikon führen mich zu einem andern Ergebnis.

Der Lias des Antirhätikon besteht vorwiegend aus spätigen Crinoidenkalken.

Er beginnt mit blaugrauen, 50 cm bis 1 m mächtigen kalkigen, dünnblätterig schieferigen Mergeln. Darüber folgen dunkelgraue, feinspätige, unregelmässig wabig verwitternde Crinoidenkalke mit einer gut erhaltenen Waldheimia, die genau Quenstedts vicinalis-arietis (Quenstedts Brach. Taf. 46 Fig. 5) gleicht. In diesem Niveau finden sich ausser kleinen, schlecht erhaltenen Belemniten und andern, ausser der genannten, Terebrateln, Rhynchonellen und verdrückte, kleine Arieten. Am Larainjoch hatte ich das Glück, in den gleichen Kalken einen zweifellosen, für Bündnerverhältnisse sehr gut erhaltenen Arietites ex aff. Bucklandi zu finden, so dass hiermit das Alter dieser Schichten als zweifellos **unterliasisch** festgestellt ist.

Ueber den Arietenbänken liegen — im Fimbertal zum Teil rötlich werdende — graue Gryphaeenkalke mit einer grossen und breiten Gryphaea, die ich für Gr. obliqua ansprechen möchte; ausserdem unbestimmbare Belemniten.

Die anfangs nicht sehr dicken, graublauen, feinspätigen Kalkbänke gehen allmählich in hellgelblich-graue, grobspätig dickbankige

Kalke über, welche fast ganz aus Crinoidenstielgliedern bestehen, und keine bestimmbaren Fossilien enthalten.

Ueber diesen hellgelb-grauen, spätigen, Belemniten führenden Bänken folgen Kieselkalke, deren Aussehen durch herausgewitterte hellgelb-braun erscheinende, spongiöse Kieselmassen charakterisiert wird. Die Gesteinsmasse dieser Kieselkalke ist etwas sandiger und weniger kalkig-spätig wie bei den tieferen Schichten. Die nächstfolgenden Lagen bestehen aus feinspätigen, gelblichen, sandigen Kalken, denen eine wenig mächtige Lage hellgrüner, sandig-glimmeriger, doch dabei ziemlich kalkreicher belemnitenhaltiger Schiefer eingelagert ist.

Den Abschluss des Lias bilden gelbgraue, spätige, dünnplattige Kalke, welche Belemniten und Crinoiden (wohl Pentacrinus tuberculatus) in reichlicher Menge an der Oberfläche herausgewittert zeigen. Die gesamte Mächtigkeit des Liaskomplexes dürfte etwa 80 m betragen.

Damit ist die Gesteinsserie, welche zweifellosen Lias repräsentiert, beendet. Sie zeichnet sich durch vorwiegend reine kalkige Beschaffenheit aus; erscheint vorwiegend als stark grobspätige Crinoidenbreccie, zeigt gute Bankung, die nur in geringem Masse dünnschichtig, und in noch geringerem Masse schieferig wird. Reichliche Fossilführung mit bezeichnenden Versteinerungen fixieren ihr unterliasisches Alter.

Der Kalkzug des unteren Lias zieht sich fast kontinuierlich durch das ganze Gebiet des Antirhätikon etwa parallel dem oberen kristallinen Ueberschiebungsrand; ich konnte ihn von Malfrag über die Lokalität „bei der Küche", wo er als steilgestelltes, leicht nach N übergeneigtes, ungemein regelmässiges Gewölbe ansteht, über Punkt 2592 von Alp Bella zum Greitspitz verfolgen. Hier senkt er sich (Lange Wand) ins Fimbertal hinab, überschreitet bei Gampneralm den Fimberbach, und tritt im Gebiet der Heidelberger Hütte in Gestalt vieler Einzelschollen auf. Am Larainjoch zieht er sogar über die Jochhöhe und reicht bis in das obere Laraintal, wo dicht westlich unterhalb des Larainjoches der letzte Liasklotz emporragt.

Der Liaszug ist unter den Wänden des Fluchthorns entlang verfolgbar, und die letzten beobachteten Vorkommnisse im oberen Fimbertal finden sich bei Punkt 2727 und bei Punkt 2689 am Fusse des Fimbergletschers.

Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Fortsetzung des Liaszuges noch weiter an der W- und SSW-Grenze zu verfolgen, und es muss

das bekannte Steinsberger Vorkommnis mit hierher gerechnet werden. Diese Annahme — ich habe das Stück noch nicht begangen — gewinnt auch dadurch an Wahrscheinlichkeit, als der Crinoidenkalk bei Steinsberg gleichen Habitus aufweist, wie im Samnaun.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass diese Liaskalke nichts weniger als Allgäufacies darstellen, sondern vielmehr der Adnether Facies, und den crinoidenreichen Liasgesteinen der Nordschweizer Klippen nahe stehen, bezw. ein gewisses, faciell selbständiges Gepräge zeigen.

Dass es absolut unstatthaft ist, auf Grund eines Liasvorkommnisses von den genannten faciellen Eigentümlichkeiten alle Schiefer des Antirhätikon als Liasschiefer in Allgäufacies zu erklären, liegt auf der Hand. Noch weniger ist es natürlich angängig, aus diesen petrefaktenführenden Liasvorkommnissen, die nicht zu den eigentlichen „Schiefern" gehören, auf liasisches Alter der mit den Antirhätikonschiefern petrographisch gleichartigen Schieferbildungen des übrigen Graubündens zu schliessen.

Dass in den über dem Lias liegenden Kalken keine Fortsetzung des unteren Lias in jüngere Schichten desselben vorliegt, ergibt sich aus der sogleich zu besprechenden Tatsache, dass die aufliegenden Schiefer und Kalke fraglos untere Kreide repräsentieren.

Zu dem sicheren Ergebnis, dass die Juragesteine des Antirhätikon unterer Lias seien, gelangte ich 1901 durch den Arietenfund. Die Gewissheit, dass die über dem Lias liegenden Schiefer nicht zum Lias gehören, sondern zur Kreide, erhielt ich Sommer 1903 durch Orbitulinenfunde.

Die gleiche Ansicht, dass der Samnauner Lias nichts mit den „Bündnerschiefern" dieses Gebietes zu tun hat, spricht Schiller l. c. S. 23 aus, nachdem er die Lokalität „bei der Küche" auch besucht hatte.

Da im Antirhätikon der untere Lias so charakteristisch vorwiegend spätig und fossilreich vertreten ist, da er mitten in einem Gebiet ausgedehnter „Bündnerschiefer" liegt, deren sichere Zugehörigkeit zu andern Horizonten zum grossen Teil nachgewiesen werden kann, da vor allem untere Kreide direkt in weiter horizontaler Ausdehnung auf den Lias folgt, scheint mir die sichere Schlussfolgerung zu sein, dass **Lias in den typischen Schieferbildungen des Antirhätikon nicht weiter enthalten ist.**

Wenn auch bei Analogieschlüssen grosse Vorsicht geboten erscheint, so möchte ich doch die Ansicht aussprechen, dass ein

gleiches Verhalten für die Schiefergebiete im nördlichen und westlichen Graubünden wahrscheinlich ist, und dass dort von verschiedener Seite mehr für zweifellosen Lias erklärt wird, als sich mit gutem Gewissen verantworten lässt. — Der Versuch, als Kriterium für Liasalter von Schiefern die Durchbrüche basischer Eruptiva anzuführen — wie Hoek[1] es tut —, dürfte etwas sehr gewagt sein. Solche Durchbrüche finden sich in Bünden z. B. ausser in der Trias, vielfach sicher in Kreideflysch, wenn nicht in noch jüngeren Schichten.

Wenn nicht sichere liasische Fossilien vorhanden sind, und höchstens unbestimmbare Belemniten als sog. Beweismittel dienen, kann ebensogut Kreide vorliegen.

4. **Malm** konnte ich bis jetzt im Antirhätikon nicht auffinden, und es ist sehr wahrscheinlich, dass er fehlt. Jedenfalls ist hier auf den wichtigen **Unterschied** hinzuweisen, der in diesem Punkte **zwischen Rhätikon und Antirhätikon** besteht. Im ersteren starke Ausbildung von Tithonkalken, und Fehlen, bzw. Zurücktreten des Lias (er war anstehend bis jetzt nicht nachweisbar); im Antirhätikon fast das umgekehrte Verhältnis.

Auch das benachbarte faciell so abweichende Gebiet der Unterengadiner Trias zeigt nach Steinmanns und Schillers Funden das sichere, durch Fossilien der Acanthicuszone belegte, Vorkommen von Malm.

Wir sehen also besonders in den Jurasedimenten gewisse für den Antirhätikon eigentümliche Verhältnisse vorliegen.

5. **Kreide.** Die Feststellung dieses Horizonts gehört mit zu den wichtigsten Befunden im Antirhätikon, da durch ihren Nachweis die Gliederung der „Bündnerschiefer" auch für diese Gegend um einen Schritt vorwärts geführt wird.

Ueber dem Lias folgt ein Komplex von feinblättrigen Tonschiefern, Kalkschiefern und dichten grauen Kalken, denen Bänke einer feinspätigen, dunkelgrauen Crinoidenbreccie eingelagert sind. Schliffe zeigen, dass diese Crinoidenbreccie ausser zahlreichen kleinen Crinoiden-Stielgliedern, eine reiche Miliolidenfauna (nebst sonstigen Foraminiferen) beherbergt, dass ferner darin vielfach die von Lorenz (l. c. II pg. 19) als Diplopora Mühlbergi beschriebene und abgebildete Kalkalge vorkommt, und dass das Alter dieser

[1] Hoek, Plessurgebirge, diese Zeitschrift Bd. XIII S. 23.

Schichten durch zahlreiche (zum Teil auch mit blossem Auge erkennbare) **Orbitulinen** (Orbitulina lenticularis) als **untercretacisch** (Urgo-Aptien) einwandfrei fixiert wird. — Schliesslich finden sich reichlich Bryozoen in diesen Gesteinen. Die Kreideschichten wechseln nicht unerheblich in ihrem petrographischen Habitus; bald sind es glimmerige, sandig-kalkige Schichten mit Breccieneinlagerungen, bald reinere, graue, relativ wenig spätige Kalke, in denen die Orbitulinen als schwarze Punkte mit blossem Auge sichtbar sind (besonders bei „im Boden" im Fimbertal); bald sind es fast rein spätige Kalke. Diese Kalke zeigen auch vielfach die bekannte Eigenschaft der reinen Urgonkalke zu Schrattenbildung, wenn auch in kleinem Massstabe (vgl. Fuss der Schwarzen Wände). Zwischen diesen Orbitulinenkalken liegen kalkreiche und kalkarme Tonschiefer mit schlecht erhaltenen Fucoiden. Damit vergesellschaftet sind gröbere Breccien (mit reichlichen dolomitischen Komponenten). Wir verdanken Lorenz (l. c. II, 15ff.) den ersten sicheren Nachweis der unteren Kreide im Komplex der Bündnerschiefer. Die untere Kreide zeigt Extreme einer sandigen und einer kalkigen Ausbildung mit mannigfachen Uebergängen. Dabei will ich aber nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass G. Studer bereits 1836 (Die Gebirgsmasse von Davos, S. 26 und 40) die Schiefer des Schanfigg, sowie die von St. Antönien — mit denen die obengenannten des Antirhätikon fast ident sind — **direkt der unteren Kreide** zurechnet.

Auf Grund — oben kurz erwähnter — paläontologischer Vergleiche, die Agassiz mit Crinoidengliedern aus Breccien der Gegend von Arosa, vom Parpaner Weisshorn, aus dem Säntisgebiet, und dem Neocom von Neuchâtel anstellte, kamen Escher und Studer (Geologie von Mittelbünden, S. 199ff.) für die, Fucoiden und Pentacriniten enthaltenden, Bündnerischen Kalkschieferbildungen (auch, wo sie vereinzelte Belemniten enthalten) zu folgendem Schluss:

„Die Frage, ob wir dasselbe (das Bündnerische Kalkgebirge) den Lias- und Jurabildungen, oder den Kreidebildungen beiordnen sollen, scheint auch eher zu Gunsten der letzteren entschieden werden zu müssen, da sowohl die Fucoiden als Pentacriniten (Stielglieder eines sehr kleinen Pentacrinus kommen in Betracht W. P.) für Kreide sprechen."

Wir sehen aus den neueren Befunden in Ost- wie in Westgraubünden, wie vorzüglich die alten Schweizer Geologen beobachtet

haben, und können heute ihre Ansichten durch sichere Belege zum Teil bestätigen.

Hinzufügen will ich, dass meine Schliffe durchaus denen von LORENZ aus dem Rhätikonmaterial gleichen; und mit dem Bilde, das diese Bündner Schliffe zeigen, stimmen die von HOVELACQUE und KILIAN in dem Album de Microphotographies des Roches sedimentaires (Paris 1900) aus dem Barrêmien und Urgon i. sp. auf Tafel 34, 36, 37, 39, 41 und 42 gegebenen Mikrophotogramme fast genau überein.

Der Diplopora Mühlbergi scheint demnach fast Leitfossilwert zuzukommen, so dass man aus ihrem Vorkommen allein, auch wenn Orbitulina fehlt, schon auf untere Kreide schliessen kann. Auch der Habitus der Microfauna, das Bild der Schliffe, bietet dem, der sie oft gesehen, viel charakteristische Merkmale zur Wiedererkennung.

Von grossem Interesse ist es weiter, dass die feine, fast rein kalkige Crinoidbreccie mit Mikrofauna, und ohne wesentlich andere Gesteinskomponenten zum Teil in eine gröbere Breccie ohne organische Einschlüsse übergeht, die Dolomit, Kalk und Glimmerkomponenten enthält, wie LORENZ' Tristelbreccie, mit der sie gleichzustellen ist. Diese Breccie ist bezüglich der Grösse ihrer Komponenten starkem Wechsel unterworfen.

In einer feineren derartigen Breccie mit ca. 2 mm Durchmesser der Kalk- und Dolomit- etc.-Komponenten, fand ich (am Piz Tasna) noch eine Orbitulina, während, wie leicht begreiflich, bei Bildung der groben Breccien sich die Organismen nicht erhalten konten, so dass eine Mikrofauna in ihnen fehlt.

Von Interesse ist es weiter, dass die genannte Breccie am Piz Tasna mit Orbitulina als Einlagerung in einem kalkarmen bis kalkfreien Tonschiefer sich findet, so dass hier die Zusammengehörigkeit dieser typisch schieferigen Schichten mit der unteren Kreide sicher nachweisbar ist. Bei Ardetz (Tanter sassa am Muot del hom) erscheinen die Crinoidenschichten[1] i. sp. in sandig-kalkigen Bänken. Am Piz Minschun sind cretacische Crinoidenkalke wohl entwickelt, die nach oben in eine grobe Breccie übergehen, welche reichlich eben diese Crinoidenkalke als grosse Bruchstücke neben andern, z. B. auch

[1] Diese Kalke und Breccien konnte ich noch nicht in Schliffen untersuchen, und schliesse auf ihr cretacisches Alter nur nach der grossen habituellen Uebereinstimmung mit den fraglosen Kreideschichten.

kristallinen, Komponenten enthält, sodass die Wahrscheinlichkeit sehr gross ist, dass hier eventuell eine obercretacische oder tertiäre Breccie vorliegt. Diese Annahme wird durch das Vorkommen von Phycopsis arbuscula Fisch. Oost. in schieferigen Lagen einer flyschsandsteinartigen Gesteinsfolge am Larainspitz noch wahrscheinlicher gemacht.

Damit schwindet nach und nach in Graubünden Schieferkomplex um Schieferkomplex aus der Reihe der ungegliederten Masse, die man durchweg zu „paläozoischen Kalktonphylliten" stempeln wollte, und rückt mehr und mehr in die Formationsglieder des Mesozoikums; besonders auch in diejenigen von der Kreide[1] an aufwärts. Der triadische Anteil scheint nur ziemlich lokal ausgebildet zu sein, und auch der liasische Anteil schrumpft immer mehr zusammen, je eingehender die betreffenden, vereinzelt Belemniten und Pseudobelemniten führenden Schichten untersucht werden (vgl. C. Schmidt, Ber. d. Oberrh. G.-V.-Versammlung, Freiburg 1902, S. 25).

Die von C. Schmid zwischen Küblis und St. Antönien (am Willischtobel bei Pany) gefundenen, feinspätigen, mikroskopisch brecciösen Kalke voller Echinodermenbruchstücke, welche er auch an der Strasse Langwies—Arosa wiederfand, und die, wie er schreibt, „Steinmann am ehesten mit der ‚Tristelbreccie' identifizieren zu können glaubte", ist nach meinen Kreidefunden, die fast völlig mit den St. Antönierstücken ident sind, untere Kreide, welche wir damit in der Masse der Bündnerschiefer immer mehr Raum gewinnen sehen. Sie findet sich auch im Fondeital nördlich Langwies, und scheint z. T. den von Theobald mit Sk bezeichneten Schichten zu entsprechen.

Im Antirhätikon folgt, abgesehen von manchen, mir noch nicht klaren, offenbar tektonischen, Unregelmässigkeiten, der obere Kreidezug über dem Lias der Verbreitung dieses Formationsgliedes von Malfrag — über „die Kirche" — Alp Bella — Alp Trida, von da zieht er ins Fimbertal, wo er lokal an Breite zu gewinnen scheint (wenn nicht Tertiärflysch hier mit eine Rolle spielt). Im Fimbertal bilden diese flyschigen, kalkreichen Schiefer die guten Weiden zwischen Alp Id und Gampneralm.

Am stärksten tritt die untere Kreide am Piz davo Lais, an der

[1] Wegen ihrer eigenartigen petrographischen Ausbildung, wegen des Mangels an fossilen Einschlüssen von höherer Organisation, wollen wir diese Bildungen spezifischer Art als **„Bündner Kreide"** bezeichnen.

breiten Krone, Piz Faschalba[1] und dem Piz Tasna zu Tage. Allerdings scheint bei diesen Bergen (z. B. auch an der „breiten Krone", deren Wände ich noch nicht abklopfen konnte) die grosse Mächtigkeit der unteren Kreide durch Schichtenwiederholungen auf tektonischen Ursachen zu beruhen. Ob, und inwieweit auch obere Kreide vorhanden ist, vermag ich bis jetzt noch nicht zu sagen. Ebensowenig kann ich heute sicher angeben, ob die flyschigen Fucoidengesteine des Larainspitz und die Fucoidenschiefer, welche zwischen Fluchthorn und Augstenberg bis tief gegen das Jamtal hinabziehen, der Kreide, oder dem Tertiär zugehören. Das gleiche gilt von der Minschunbreccie. Wahrscheinlich ist mir für die letztgenannten Bildungen tertiäres Alter. Der Kreidezug lässt sich vom Piz Tasna über Piz Minschun bis Ardetz verfolgen, scheint dort den Inn sogar zu überschreiten, und unter die Trias der Unterengadiner Dolomiten einzufallen.

6. Tertiärflysch? — Es bleibt noch ein Schiefer- und Breccienkomplex im Antirhätikon übrig, der aus kalkigen Tonschiefern, braunsandigen Bänken mit Wülsten, und polygenen Breccien besteht.

Die dünnschichtigen Schiefer führen an verschiedenen Stellen schlecht erhaltene Fucoiden, die eingelagerten braunsandigen Bänke verwittern meist braun, und sind ziemlich kalkhaltig.

Die damit in Verbindung stehenden Breccien, zu denen alle möglichen Uebergänge von feinsandigen bis relativ grob brecciösen Lagen vorhanden sind, zeigen vielfach kristallines Material; Tonschieferlager treten zwischen ihnen auf.

Die Aehnlichkeit mit dem Tertiärflysch der nordalpinen Ketten, besonders auch zwischen den Sandsteinbänken und dem „Flyschsandstein", ist bis in fast alle habituellen Einzelheiten eine verzweifelt grosse. Die bei der Kreide erwähnte „Minschunbreccie", sowie die Fucoidenschichten des Larainspitz etc. werden wohl in das Tertiär eingegliedert werden, zumal in der Breccie Komponenten der unteren Kreide enthalten sind. Schliffuntersuchungen stehen für diese Bildungen noch aus.

Ich glaube demnach annehmen zu dürfen, dass wir auch im Antirhätikon Tertiärflysch reichlich vertreten haben. — Allerdings waren Tertiärfossilien bis jetzt noch nicht nachweisbar — ich werde suchen und schleifen! Inwieweit am Inn im Unterengadin ältere Schiefer noch vorhanden sind, lässt sich bis jetzt nicht entscheiden; sie sind so

[1] Noch nicht untersucht.

enorm gequält, gepresst, gefältelt und zerbrochen, dass man nach ihrem Habitus nicht mit Sicherheit auf Identität mit den jungen Bildungen schliessen kann.

III. Basische Eruptiva und Grünschiefer.

Basische Eruptiva treten im Antirhätikon in reichlichem Masse auf. Schon THEOBALD beschrieb diese Vorkommnisse eingehend.

Es sind Gabbros, dichte Diabase (Spilite), Variolite und Serpentine. Die Gabbros am Flimspitz und Bürkelkopf scheinen die Kernmasse, die Tiefenfacies der Spilite, welche mantelartig darumliegen, darzustellen. Die Serpentine sind meist mit ihnen vergesellschaftet.

Alle basischen Eruptiva treten in stärkstem Masse an den Grenzen des „Aufbruchs" auf. Sie liegen an den grossen Ueberschiebungsgrenzen, und scheinen in direktem Zusammenhang mit tektonischen Vorgängen „des Aufbruchs" zu stehen.

Wahrscheinlich drangen sie auf tiefgehenden primären Verwerfungsspalten (vgl. Inntallinie und Engadiner Quellen!) empor, und wurden dann sekundär mit überschoben, sodass sie jetzt vielfach in einem sekundär tektonischen Verbande mit den ihnen benachbarten Sedimenten stehen. — Damit soll nicht geleugnet werden, dass wahrscheinlich auch primäre Eruptivkontakte (Piz Mondin?) sichtbar sind.

Der Triasspilitkontakt scheint im Antirhätikon vielfach ein primär eruptiver zu sein, da sowohl die Triasgesteine, wie die sie berührenden Spilite an den Grenzen sehr stark miteinander verquickt und verknetet erscheinen. — Kontaktmineralien liessen sich an den bis jetzt untersuchten Schliffen nicht nachweisen; Analysen wurden noch nicht gemacht.

Ob es möglich ist, dass primäre eruptive Kontaktbildungen sekundär durch dynamometamorphe Vorgänge, z. B. bei Ueberschiebungsreibung, zerstört, oder für unser Auge verwischt werden, ist eine offene Frage. — Die Untersuchungen PREISWERKS (vgl. Naturf. Ges. Basel, Bd. XV Heft 2) scheinen dafür zu sprechen. — Er konnte auch sehr wahrscheinlich machen, „dass in die der Trias auflagernden kalkigen Bündnerschiefer, teils auch durch die Kalke der Trias selbst, basisches Eruptivmagma von der Zusammensetzung der Diabase und Gabbrogesteine eindrang". „Die um-

gebenden Gesteine erfuhren dabei stellenweise jene für Diabaskontakt charakteristische Veränderung, die in Vermehrung des Kieselsäure- und des Natrongehaltes besteht."

Ein solches Eindringen der basischen Eruptivmagmen in die jüngeren Bündnerschiefer scheint auch im Antirhätikon mehrfach vorzuliegen. — Die wichtigste Stelle in meinem Gebiete für diese Frage, den Piz Mondin, habe ich noch nicht besucht.

Jedenfalls treten im Antirhätikon basische Eruptiva sowohl in den oberen, wie in den unteren jungen (basalen) Schiefern auf. Dabei ist zu bemerken, dass die letzteren von zwei Seiten durch verschiedenartige Ueberschiebungen überlagert werden, die Stammer- und Silvrettaüberschiebung, und die Inntalüberschiebung, an deren Aufbruchrändern (der beiden letztgenannten) die Hauptinjektionen von eruptivem Material stattgefunden haben.

Diabastuffe in Form von Eruptivbreccien, wie sie BODMER-BEDER (N. J. f. Min. 1899, Beil. Bd. XII S. 263) in Verbindung mit Olivindiabasen im Plessurgebirge nachweisen konnte, habe ich bis jetzt noch nicht finden können.

Die Grünschiefer THEOBALDS umfassen recht heterogene Bildungen. Teilweise sind es Sedimentärgesteine, die ich zu den bunten Triasschiefern rechne; zum grossen Teil sind es dynamometamorphe, gepresste Diabase, deren eruptive Natur durch C. SCHMID[1] für Bündner Vorkommnisse, durch PREISWERK (l. c.) für Walliser „Grünschiefer" sichergestellt wurde. Auch meine Schliffe der grünen Schiefer von Finstermünz, (von STEINMANN l. c. S. 73 als „Diabasschiefer" bezeichnet) und derjenigen vom Wege zwischen Rauth und Noggels bestätigen diese Befunde. Inwieweit die grauen Schiefer (jugendlichen Alters) im Antirhätikon kontaktmetamorph verändert sind, bedarf noch näherer Untersuchungen.

Das Auftreten der Diabase, sowie der mit ihnen im genetischen Zusammenhang stehenden Serpentine steht offenbar in direkter Beziehung zu dem Dislokationsprozess des Aufbruchs, wie oben angedeutet wurde. Das Zusammenfallen ihres Vorbrechens mit den Hauptstörungslinien, denen sie mit grosser Gesetzmässigkeit folgen, spricht für die später näher zu begründende Auffassung von dem lokalen Charakter der Dislokationen; bestärkt wird diese Deutung durch das Persistieren von Mineralquellen auf der relativ tiefst angeschnittenen Störungslinie des Inntales. Das Alter der

[1] Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Lief. XXV, 1891.

basischen Eruptiva muss, da ihr Empordringen z. Zt. der Hauptdislokationsvorgänge stattgefunden hat, tertiär sein.

IV. Glacial.

Das Glacial habe ich bis jetzt nur nebenbei verfolgen können. Die wenigen Tatsachen, die mir auf meinen Wanderungen auffielen, sollen kurz erwähnt werden.

Der Boden des trogförmigen Samnauner-Spissertales korrespondiert an seinem Ausgang mit dem glacialen Boden von Nauders. Es ist ein typisches Hängetal, dessen Gletscher bei Finstermünz in den mächtigen Inngletscher mündete. Von den Rückzugsphasen des Eises ist besonders die von Alp trida durch das Spilit-Erraticum vorzüglich gekennzeichnet. Hier hat der jetzt überhaupt nicht mehr existierende Gletscher, welcher vom Fuss der Schwarzen Wände herabzog — wir wollen ihn nach der Alp, die er verwüstete, „Tridagletscher" nennen —, das Spilitmaterial in Gestalt deutlicher Seitenmoränen und einer Siebmoränendecke zurückgelassen. Sein Seitenmoränenmaterial zieht in allmählichem Falle am Gehänge talabwärts, und reicht bei den unteren Hütten von Alp Bella noch bis fast 2100 m empor. Bei der Alp selbst hat der Gletscher riesige erratische Spilitblöcke zurückgelassen, in deren Schutze die Hütten errichtet sind. Das Gletscherende dürfte zur Zeit dieser Rückzugsphase etwa bei 1900 m gelegen haben. Die sumpfigen Wiesen zwischen dieser Höhencote und Alp Bella verdanken angehäuftem Grundmoränenmaterial ihre Entstehung. In gleicher Höhe liegt das Grundmoränenmaterial bei Fliesseralp im Fliessertal.

Der Kaarzirkus der Schwarzen Wände stellt in seiner letzten Ausgestaltung wohl zum Teil das Produkt der letzten Rückzugsphase dar, welche durch eine lokale Moräne bei den kleinen Seen am Fusse der Bürkelspitzen (= P. 2924 S. A.) bezeichnet wird.

Der Flimspitz trägt jetzt an seinem NO-Hang nur noch ein kleines, lokales Firnfeld, dessen Ausdehnung je nach Temperaturverhältnissen von Jahr zu Jahr schwankt. Aeltere Karten verzeichnen hier noch einen richtigen Gletscher.

Alle Gletscher des Antirhätikon tragen den Charakter dürftiger reduzierter Reste, woran die eigenartigen klimatischen Verhältnisse schuld sind. Die Gegend des Antirhätikon ist eine der niederschlagsärmsten der Zentralalpen, weil ringsum hohe Massive die Wassermassen feuchtigkeitsbeladener Winde kondensieren, bevor sie in das Gebiet relativer Senkung gelangen können. Erwähnen

will ich noch die schönen, alten Mittelmoränen, welche oberhalb der Heidelbergerhütte, z. T. wie mit einem Lineal gezogen, sich das Fimbertal abwärts erstrecken. Sie verdanken dem Zusammenfluss der aus den Gletscherkesseln des Talhintergrundes kommenden eiszeitlichen Eisströme ihre Entstehung, und dürften der Phase des Tridagletschers zugehören. Ferner sei auf die Erdpyramiden in der Grundmoräne bei Zuort in der Val Sinestra aufmerksam gemacht.

Von jüngsten Bildungen sind die mehrfach auftretenden Kalktuffe zu erwähnen, die mit Vorliebe zum Kalkbrennen verwendet werden.

Tektonik.

Die tektonischen Verhältnisse des Antirhätikon geben, besonders auch im Vergleich mit denen der übrigen Bündner Sedimentärgebiete wichtige Fingerzeige für das Verständnis des Gebirgsbaues, dieses eigenartigen Mittelstückes zwischen O- und W-Alpen, welches von jedem dieser beiden Teile etwas hat, und doch keinem ganz zugehört, zumal es noch individuelle Eigentümlichkeiten aufweist.

Fassen wir noch einmal kurz die bisherigen stratigraphischen Ergebnisse zusammen.

Wenn ich auch noch weit davon entfernt bin, die Gliederung der Trias und der jüngeren Schiefer in Einzelheiten scharf durchführen zu können, so berechtigen doch die bisher gewonnenen Ergebnisse zu mancherlei Vergleichen und tektonischen Schlussfolgerungen:

Wir konnten Casannaschiefer (Paläozoikum) im Grundgebirge, und Verrucano in relativ geringer Mächtigkeit feststellen.

Darüber folgt Verrucano und ein Komplex salinarer, unterer Trias (p. p. Perm.?) von grosser Ausdehnung (es ist das mächtigste Gipsvorkommnis in ganz Graubünden). — In Verbindung damit Bundsandstein (?)[1], und bunte Triasschiefer. Weiter konnte normal marine, dolomitisch-kalkige, mittlere und obere Trias (fossilführend) nachgewiesen werden.

Durch diese Triasentwicklung, i. sp. durch das Vorwiegen der salinaren Ausbildung, und das Zurücktreten der normalen unteren Trias unterscheidet sich der Antirhätikon nicht unbeträchtlich von

[1] Zum Buntsandstein dürften eventuell in geringer Mächtigkeit ausgebildete quarzitische Sandsteinbänke zu rechnen sein, die denen im Lischannagebiete gleichen.

den Triasgebieten des übrigen Graubünden (z. B. vom Plessurgebirge und den Unterengadiner Dolomiten, sowie vom Rhätikon).

Jedenfalls ist eine facielle Eigenart des Antirhätikon im Vergleich zu den Nachbargebieten zur Triaszeit evident.

Das gleiche gilt für den Jura. Wir haben nur unteren Lias in ostalpiner Ausbildung mit gewissen lokalen Anklängen.

Allgäuschiefer sind **nicht** nachweisbar.

Damit ergeben sich wieder Unterschiede mit den nächstliegenden Gebieten. Schiller (l. c.) wies in der Lischannagruppe eine basale Liasbreccie nach, die im Antirhätikon, wo normaler, unterer Lias mit Arieten etc. vorhanden ist, ausserdem nicht vorzukommen scheint. Der Steinsberger Lias, von dem ich ein Handstück mit grobbrecciöser Struktur nebst reinem Echinodermenkalk besitze, scheint z. T. ein Uebergangsglied (in der horizontalen) zwischen den küstenferneren Ablagerungen des Samnaun, und der Brandungsbreccie der Lischannagruppe darzustellen. — Ein Unterschied in ähnlichem Sinne dokumentiert sich zwischen dem Antirhätikon und dem Plessurgebirge, in welch letzterem auch die basale Liasbreccie vertreten ist, während Lias im Rhätikon bis jetzt noch nicht anstehend nachgewiesen werden konnte.

Noch grösser und auffallender ist der facielle Unterschied im Malm.

Das Tithon, welches durch seine mächtigen, hellen Kalkmauern dem Rhätikon sein charakteristisches Gepräge verleiht, fehlt im Antirhätikon vollkommen.

Weder Kalke, noch Radiolarienhornsteine, noch Trümmer solcher in jüngeren Breccien vermochte ich bis jetzt im Antirhätikon aufzufinden; während Malmgesteine ausser im Rhätikon auch in den übrigen Nachbargegenden (Lischannagruppe, Plessurgebirge) vertreten sind.

Von besonderem Interesse ist die Kreidezeit.

Es scheint, als ob von der Kreidezeit an eine dauernde Verbindung zwischen der Bucht des Antirhätikon mit dem westlichen Teile Graubündens — etwa über die Gegend der Silvretta weg gegen das Prätigau — Platz gegriffen hat.

Die Bündner Bucht des Kreidemeeres stand offenbar in Verbindung mit dem helvetischen. Der Zusammenhang dokumentiert sich vor allem in der Mikrofauna. Unterschiede bestehen in Fehlen macroscop. Fossilien, und in der petrographischen Ausbildung. Die Verwandtschaft der von mir nachgewiesenen Kreideablagerungen mit

denen des Prätigau und des Plessurgebirges, wo diese Formation wahrscheinlich eine noch nicht genügend erkannte, weite Verbreitung besitzt, ist sehr gross. Inwieweit obere Kreide und Tertiär im Antirhätikon vorhanden sind, kann ich noch nicht mit voller Sicherheit sagen; ich vermute ihr Vorhandensein wegen petrographischer Aehnlichkeiten, ohne bis jetzt den strikten Beweis erbringen zu können.

Wir sehen also mannigfache facielle Differenzen zwischen dem Antirhätikon, dem Rhätikon und den anderen benachbarten Gebieten, besonders zur Zeit des Mesozoikums, und grosse Aehnlichkeit mit dem Rhätikon in **jüngster** geologischer Zeit. Die Trias zeigt ostalpinen Charakter; der Jura ist in einer der Gegend eigentümlichen Weise ausgebildet, die z. T. an Vindelicische Facies erinnert, während **von der unteren Kreide** an das Meer tief buchtenartig in das Grenzgebiet zwischen ost- und westalpiner Ausbildung eindringt, und die **Bündner Kreide** (mit helvetischen Anklängen) abgelagert hat, so dass die unregelmässig verlaufenden Faciesgrenzen teils neben, teils übereinandergreifend gleichsam wechselseitig verzahnt waren.

Die meisten Formationsglieder treffen wir nicht in normalem Verbande, sodass die Fossilfunde in Trias, Jura und Kreide zum Beginn einer Entwirrung der Lagerungsverhältnisse von besonderer Wichtigkeit waren.

Es gelang mir jedoch erst die Tektonik des Gebietes in grossen Zügen zu erkennen, während ich die zum Teil sehr starken Störungen innerhalb der fossilfreien Schieferkomplexe bis jetzt noch nicht im einzelnen klar darzustellen imstande bin.

Das Verfolgen charakteristischer Breccienbänke wird hier nach und nach zur Klarheit verhelfen.

Abgesehen von untergeordneten lokalen Erscheinungen gestaltet sich der Aufbau des Antirhätikon folgendermassen.

Die „Basis“ des Gebirges, in welche die Täler (z. B. Val Sinestra und Samnaun) tief einschneiden, wird durch fossilfreie, kalkreiche, sandige und tonige Schiefer gebildet, die ich auf Grund der Aehnlichkeit von Breccien, bei gleichzeitigem Vorkommen von Fucoiden (Arina-Muttler) für jung (wahrscheinlich unterkretacisch bis tertiär) ansprechen muss. Die tiefsten Teile des Antirhätikon werden also von den jüngsten vorhandenen Sedimenten erfüllt. (Die Schiefer im Inntal gegen Landeck habe ich noch nicht untersucht).

Diese Schiefer (gewöhnlich als „graue Bündnerschiefer“ bezeichnet) fallen bei Remüs—Sins—Schuls SO, d. h. an der Grenze gegen die faciell stark abweichende Lischannagruppe schiessen sie unter dieses Gebiet ein, und zwar unter kristalline Gesteine (Granit und Gneiss) unter teilweiser Zwischenschaltung basischer Eruptiva.

Es scheint hier an der SO-Grenze eine völlige Verzargung, ein Ineinandergreifen der Formationsglieder stattgefunden zu haben, ein Durcheinanderstechen der Schichtkomplexe, das in der Ecke bei Ardetz — welches ungefähr im Mittelpunkt aller grossen tektonischen Bewegungen liegt, die das Gebiet betroffen, und die konzentrisch gegen die Bündner Senkungsgebiete gerichtet sind — den höchsten Grat der Komplikation zu erreichen scheint.

Der Zug Muttler-Mondin scheint eine Antiklinale mit SW—NO-Streichen darzustellen, deren Verlauf fast exakt dem Unterengadiner Inntalüberschiebungsrand des Lischanna-Triasgebietes parallel verläuft, an dem die Schichtmassen der vielgeschuppten Sesvennagruppe der Hauptsache nach über die jungen Schiefer des Antirhätikon geschoben sind.

Steigen wir auf den gleichförmig erscheinenden Schieferrücken des Muttler, der mannigfache, noch festzustellende, lokale, tektonische Komplikationen aufweist, so sehen wir jenseits die Schiefermassen zum Teil fast westlich, zum Teil nordwestlich gegen die Silvretta und das Ferwall einfallen.

Im Einzelnen sehen wir, wie sich vom Muttler aus das Schieferdach gegen die Fuorcla Maisas nach Osten senkt, wie dort die wildzerrissenen Schichtenköpfe der Schiefermassen, wie am Muttler, nach Westen schauen, während das Fallen fast genau nach Osten unter die Trias des Stammerspitz gerichtet ist.

Die obere Trias des Stammerspitz ruht als Ueberschiebungsscholle — **ohne kristalline Zwischenlage** (vgl. opp. Inntalüberschiebung!) auf jüngeren Schiefern, die unter ihrer Masse vielfach gepresst, zerfaltet und zusammengestaucht sind.

Diese Stammerüberschiebung[1], wie wir die untere grosse Ueberschiebung im Antirhätikon nennen wollen, zeigt Trias (und

[1] Zur Unterscheidung der verschiedenen Ueberschiebungen sei folgender Bezeichnungsmodus vorgeschlagen: Da die Hauptschubrichtungen gegen das Unterengadin gewendet sind, wollen wir die Gesamtheit dieser tektonischen Bewegungen als **Unterengadiner Ueberschiebungen** bezeichnen, wodurch die Richtung, wohin der Schub erfolgte, ausgedrückt werden soll. Innerhalb dieser

mit dieser mannigfach andere, ihr auflagernde Schichtglieder) über jüngere Schiefer geschoben.

Diese Stammerüberschiebung zeigt ferner an der Grenze gegen die Schiefer eine Triasspilitlage, und, wie nochmals hervorgehoben werden soll, im Gegensatz zu der Inntalüberschiebung, die manche Geologen versucht sein könnten, mit ihr in Verbindung bringen zu wollen, **keine** kristalline Zwischenlage!

Ich konnte sie bis jetzt vom Stammer ONO umbiegendem Bogen zum Munt de Cherns und Fliesserberg verfolgen, wo sie in Gestalt sehr reduzierter Triaseinspitzungen mit Triasspilitbasis, die Ueberschiebung auf die jüngeren Schiefer kennzeichnen. — Wahrscheinlich gehört das Gipsvorkommnis (Raibler?) von Chè d'Mutt oberhalb Raveisch im Samnaun in diese Zone.

Es soll schon jetzt darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Verlauf dieses deutlich sichtbaren Ueberschiebungsrandes der Stammerüberschiebung mit ihrem bogenförmigen Verlauf fast genau parallel dem Umbiegen der oberen kristallinen Silvretta-Ferwallüberschiebung verläuft.

Ueber der überschobenen Trias folgen nun auch, unter sich vielfach in abnormem Verbande (sekundäre Schuppungen und Fal-

---

Unterengadiner Ueberschiebungen unterscheiden wir nach den Haupthimmelsrichtungen, woher der Schub kam: **die Unterengadiner SO- und die Unterengadiner NW-Ueberschiebungen.** Jede dieser beiden letztgenannten Ueberschiebungen zerfällt der Hauptsache nach in zwei Teile, die miteinander etwa zu halbbogenförmigen Ueberschiebungen kombiniert sind.

Wir unterscheiden daher bei der Unterengadiner NW-Ueberschiebung einen mehr W—O gerichteten Silvrettaschub, und einen mehr NW—SO gerichteten Ferwallschub, entsprechend der Umbiegung dieses Massivs.

Bei der Unterengadiner SO-Ueberschiebung müssen wir einen der Hauptsache nach S—N gerichteten Berninaschub und einen SO—NW bzw. O—W gerichteten Oetztaler Schub unterscheiden.

Bei letzterem ist zu beachten, dass in dem Effekt dieses Schubes Unregelmässigkeiten vorliegen, da auf dem Breitegrade Ardetz-Tarasp zwei kristalline Massen (Oetztaler und Silvretta) sehr nahe aneinander stossen, sodass der Oetztaler Schub speziell auf das Triasgebiet der Lischannagruppe nur gegen den Antirhätikon nach NW **ausweichen** konnte, woraus die Inntalüberschiebung resultiert. Daraus werden die enormen Komplikationen, die in diesem Gebiet herrschen, auf das ausserdem noch der Berninaschub einwirkte, erklärlich, daraus werden die grossen Komplikationen bei Ardetz, welches fast genau im Mittelpunkt dieser Bewegungen liegt, verständlich. Die lokalen Ueberschiebungen der grossen Einzelschuppen bezeichnen wir mit Lokalnamen, z. B. Inntalüberschiebung, Stammerüberschiebung, Fluchthornüberschiebung etc.

tungen!), mannigfache, zum Teil schwer gegeneinander abgrenzbare, permotriadische, sowie jurassische, kretacische, und vielleicht auch tertiäre Schichten.

Am klarsten tritt der Wechsel der tektonischen Komplikationen in dem leicht kenntlichen Liaszug zu Tage, den ich als kontinuierlichen Zug von Malfrag (2740 m), gleichfalls fast genau konzentrisch mit der kristallinen Grenze verlaufend, über Alp Bella (P. 2592 m) zum Greitspitz (2874 m), von da über die „Lange Wand" nach Gampneralp (2001 m) und über den Fimberbach und das Larainjoch (= Rizzenpass, 2690 m) bis ins oberste Laraintal verfolgen konnte.

Diese letztgenannte Stelle am Larainjoch ist besonders wichtig für das Verständnis der Tektonik des Antirhätikon. Hier befindet sich, meiner Ansicht nach, das in konkaven Bogen gelegene (Innen-) Charnier zwischen Silvrettaschub (vgl. S. 282 Anm. 1) und Ferwallschub und es scheint mir, als ob an derartigen Charnieren scherende Bewegungen, bzw. **Transversalverschiebungen** stattgefunden haben, die sich in keilartigen Einklemmungen von Sedimenten zwischen den kristallinen Massen äussern (vgl. S. 285). Ein weiteres (Aussen-)Charnier an einer konvexen Vorbiegung scheint am Futschölpass zu liegen, über den hinweg junge Kalkschiefer (mit Fucoiden) bis P. 2370 gegen das Jamtal eindringen. — Aehnliche, noch näher zu untersuchende, lokale Komplikationen liegen im Gebiet der Val Tasna, und an der SSW-Grenze des Antirhätikon vor.

Von Wichtigkeit für die Erkenntnis der Ursachen der Ueberschiebungen, ihrer Abhängigkeit und ihrer Richtungen ist folgendes.

Wir sehen da, wo eine relativ schmale kristalline Zone (Ferwall) bei Malfrag-Gribella-Greitspitz die Ueberschiebung beeinflusst hat, relativ einfache Verhältnisse. Der Liaszug (an dem diese Verhältnisse am deutlichsten sichtbar werden) ist hier im Osten des Antirhätikon — verhältnismässig — am wenigsten gestört; zum Teil noch als eng zusammengepresste Gewölbestücke von auffallender Regelmässigkeit des Baues („Kirche" im Volksmund genannt) erhalten. Allerdings finden auch hier schon Zerreissungen und Durchstechungen der Liasschichten mit Schiefern statt.

Auf dieser relativ wenig gestörten Strecke mit NO—SW-Verlauf, parallel der Ferwallüberschiebung, ist das Fallen der Schichten fast regelmässig NW. Diese Richtungen ändern sich, sobald wir uns der zentralen Silvretta nähern. — Entsprechend der Umbiegung Ferwall-Silvretta s. str. biegen die Sedimente scharf um; das Streichen wird streckenweise NS,

das Fallen WNW—W. Der bis jetzt ziemlich einheitliche Liaszug ist bei Alp Fenga (bei der Heidelberger Hütte) — also in der Nähe des Charniers — in ein Chaos von Schollen zerrissen, und mit Schiefern verquetscht. — Auf der Siegfriedkarte d. E. T. B. sind diese Felsköpfe deutlich eingezeichnet; einige kleinere dürften Felsstürzen ihre Lage im Tal unten verdanken.

Das gleiche Anschmiegen in Streichen und Fallen der Sedimente an den Verlauf der kristallinen Masse der Silvretta tritt in der Val Urschai und Val Tasna zu Tage, wo zwischen Piz Cotschen und Piz dellas Clavigliadas die Schiefer stark zusammengepresst sind (THEOBALD zeichnet hier eine fast O—W streichende kleine Mulde). Wir haben aus praktischen Gründen besonders den Liaszug verfolgt, alle andern mesozoischen Schichtglieder zeigen, ihrer Art entsprechend, ähnliche Abhängigkeit. Von besonderem Interesse erweist sich die Trias mit ihren zum Teil dynamometamorph veränderten, marmorisierten Kalken und Dolomiten, welche mit stark reduzierter Mächtigkeit unter die kristalline Ueberschiebungsdecke einschiessen. — Ueberall erscheint die Trias, wo wir sie am Rande der ~~kleinen~~ Massen sehen, in Form wenig mächtiger Einspitzungen, während sie an den vorderen Ueberschiebungsrändern stark an Mächtigkeit zunimmt, ja zum Teil als zusammengestaute Masse in **abnormer Mächtigkeit** gleichsam unter der Ueberschiebungsdecke vorquillt (vergleiche z. B. die Profile III, V, VI von SCHILLER auf Taf. V und VI dieser Zeitschrift). Solche Bilder, die stark für **lokale**, von den kristallinen Massiven beeinflusste Schübe, bezw. durch sie hervorgerufene Stauwirkung, und **gegen** einheitliche grosse Decken sprechen, sehen wir im Osten der Silvretta (Antirhätikon), wo **West-Ostschub** vorherrscht und mit spiegelbildlich gerichteten Einspitzungen im Westen der Silvretta (Strecke Grubenpass—Klosters), wo **Ost-Westschub** wirkte.

kristallin.

Als Stellen, an denen die obere Silvrettaüberschiebung besonders schön sichtbar ist, erwähne ich das Fluchthorn; für den Ferwallteil tritt die Parditschergratüberschiebung sehr deutlich zu Tage. Im hinteren Fimbertal ruhen Fluchthorn, Larainfernerspitz, Heidelbergerspitz (P. 2908) und Krone mit ihrem kristallinen Bau gleichsam wie „Ausleger" auf das Mesozoikum vorgeschoben.

Die kristalline Kappe des Piz Cotschen ist gleichfalls ein auf der jüngeren Unterlage ruhender, vorgeschobener „Ausleger".

Die komplizierten Verhältnisse bei Ardetz werden erst deutlich erkannt werden können, wenn die einfacheren im NO noch mehr geklärt sind. Auf die tektonische von allen Seiten beeinflusste Lage dieser Gegend (ein wahrer Hexenkessel von Komplikationen) wies ich schon oben (S. 282) hin. Bei Schuls sehen wir dann — wie schon erwähnt — deutliches SW—NO-Streichen und vorwiegendes SO-Fallen längs der Inntalüberschiebung. Ueberall erblickt der Beobachter deutlich Schubrichtungen konzentrisch gegen die Unterengadiner Sedimentmassen.

Wir sehen aus dem Gesagten, dass die untere (=Stammer-) Ueberschiebung der Unterengadiner NW-Ueberschiebung bogenförmig verläuft, und dass die obere (=Silvretta-Ferwall-) Ueberschiebung sich konzentrisch darumlegt (vgl. Anm. S. 283).

Messen wir die Entfernung zwischen dem kristallinen Stirnrand der Silvrettaüberschiebung zu den am weitesten rückwärts unter der kristallinen Masse nachweisbaren Sedimenten, so ergibt sich eine jetzt feststellbare Entfernung von 3—4 km. Messen wir vom weitest vorliegenden Punkt der Stammerüberschiebung bis zu demselben Punkt nach rückwärts, so erhalten wir eine Maximalüberschiebungsweite von 11—12 km.

Dabei ist zu bemerken, das wir den weitesten sichtbaren Triasvorstoss etwa in der Linie Fluchthorn—Stammerspitz, also östlich der zentralen Silvretta haben, und dass die Entfernung der jetzigen Stirnränder, der oberen kristallinen — und der unteren Ueberschiebung voneinander im Nord-Osten (Ferwallschub) etwa die Hälfte beträgt, wie im Westen des Gebietes (Silvrettaschub). — Ich kann mir nicht denken, dass diese vielfachen, so augenfälligen Abhängigkeiten rein lokaler Natur, deren Beziehungen zueinander dem vorurteilsfreien Beobachter auf Schritt und Tritt auffallen müssen, nur Naturspiele der Erosion in einem „Fenster" sein sollen. Die zonale Anordnung der Sedimentzüge, der Ueberschiebungsränder, verläuft ohne Unterschied der Erhebungen über Berge und Täler[1]. — Alles liegt relativ tiefer an der weniger hohen Ferwallgrenze, alles liegt höher an der hochemporgestauten zentralen Silvrettagrenze. Meiner Ansicht nach haben wir im Antirhätikon, wie in den Unterengadiner Sedimentärgebieten überhaupt, **Gebiete geologischer Depressionen** vor uns, die wir uns zwar bei Beginn der

[1] Vgl. S. 284 Höhencôten.

Faltung anfangs mitgehoben denken müssen, deren Oberfläche dann aber an Linien geringeren Widerstandes (Faciesgrenzen) barst (Vortreten der basischen Eruptiva), so dass die Gebiete von nun an in der Tiefe blieben, bzw. zurücksanken, während die kristallinen Massive ringsumher höher emporgefaltet wurden. Die tangential zweiseitig wirkende Kraft, welche die Gesamtalpenfaltung verursachte, wirkte gegen diese Gebiete relativer Senkung überschiebend (Glarneralpen, Rhätikon) und wurde überall da in ihrer Schubrichtung modifiziert, wo erstens Zentralmassive stauend und rückfaltend wirkten, und wo zweitens die von diesen ausgehenden Schübe die Möglichkeit auszuweichen hatten.

In Ostbünden haben wir kesselartig eingesenkte Sedimentärgebiete fast rings umgeben von kristallinen Massiven.

Konzentrisch mussten hier von der Bernina, von der Silvretta, vom Ferwall und von den Oetztalern Schübe gegen diesen Kessel des Antirhätikon, und gegen die Unterengadiner Dolomiten (wie ich dieses Triasgebiet zusammenfassend nennen will), erfolgen.

Ueberall sehen wir in grossen Zügen, und oft bis ins kleinste Detail, Fallen und Streichen sich den Grenzen dieser Massive anschmiegen. Vielfach sehen wir die Sedimente als Einspitzungen **zentralmassivwärts** mehr und mehr tektonisch **auskeilen.**

Im NW fallen die Sedimente unter die kristallinen Gesteine des Vesulspitz und des Parditscher Grates nach NW. Im obersten Fimbertal herrscht westliches Fallen gegen die Silvretta. Bei Campo vasto (Engadin bei Ponte) beinahe südliches Fallen der Trias des Piz Mezzem unter das Kristalline der Languardgruppe. — Einen eigenartigen Verlauf zeigen die Ueberschiebungen der Lischannagruppe, dieses NO-Zipfels der Unterengadiner Dolomiten (vgl. SCHILLER, diese Zeitschrift). Hier sehen wir die Oetztaler Wirkung wegen der Ausweichmöglichkeit nach NW (vgl. S. 283) als SO—NW gerichteten Schub ausgelöst, und zum Teil wohl noch mit dem Bernina-S-N-Schub interferieren. Wie zwischen „Schraubstöcke" gefasst sind die Unterengadiner Sedimentärgebiete eingezwängt und zusammengestaucht worden, und wenn wir die verschiedenen genannten lokalen Eigentümlichkeiten berücksichtigen, erhalten wir eine mechanische Erklärungsmöglichkeit für die enormen, tektonischen Komplikationen, z. B. in der von SCHILLER bearbeiteten Sesvennagruppe, wo stellenweise Schichtpakete einander gleichsam in die Flanke gepresst sind.

Diese enormen Komplikationen treten da auf, wo die Unterengadiner Trias auf eine relativ schmale Zone zusammengestaucht ist, wo Oetztaler Schub und Berninaschub interferieren, und wo wahrscheinlich noch die Silvretta an der Ecke bei Guarda und Ardetz stauend wirkte.

Da, wo der Bewegung gleichsam mehr Raum innerhalb der sedimentären Masse gegeben war, wo die kristallinen Massive weiter auseinanderliegen, erscheint der Gebirgsbau auch sofort verhältnismässig ruhiger und regelmässiger, was meiner Ansicht nach auch stark für den lokalen Charakter der Erscheinungen in den Unterengadiner Gebieten spricht.

Aus dem Gesagten begreifen wir ferner, dass in solchen Kesseln gerade die mechanisch so nachgiebigen, jungen Schiefer so über- und durcheinander gepresst wurden, was für die Erhaltung ihrer ursprünglichen petrographischen Beschaffenheit und ihrer organischen Einschlüsse nicht gerade dienlich war, und wodurch sie zu so enormen sekundären Mächtigkeiten zusammengestaucht wurden (worauf schon STEINMANN l. c. S. 245 hinwies).

Aus diesen Verhältnissen heraus begreifen wir aber auch, dass interferierende Bewegungen zwischen den verschiedenen Schubrichtungen hervorgerufen werden mussten. Zwischen Schubrichtungen, die bedingt wurden durch die allgemeine alpine Faltung, durch die Wirkung der Zentralmassive und durch die Ausweichmöglichkeit der Schübe nach Gebieten relativer, lokaler Senkung.

Vielfach, wo in Gebieten ähnlich bedingter Unregelmässigkeiten, wie im Antirhätikon, Beobachtungen angestellt worden sind, haben die Autoren an zeitlich getrennte, mehrfach nacheinander erfolgte, verschieden gerichtete Alpenfaltungen gedacht.

Zwei derartige Hauptrichtungen, wie sie LORENZ für den Rhätikon nachwies (diese Zeitschrift XII 79ff.), sind auch deutlich im Antirhätikon nachweisbar. Doch halte ich alle diese Bewegungen für ziemlich gleichalterig.

Die SW—NO-Streichrichtung im Antirhätikon entspricht dem allgemeinen Alpenstreichen, im speziellen dem diesem folgenden Streichen des Ferwall, die dazu im Winkel stehende Streichrichtung entspricht der Umbiegung der Silvretta. Wir sehen daher im Antirhätikon eine dem Hauptalpenstreichen (=Ferwallstreichen) etwa parallele Faltengebung, die in der Antiklinale Muttler-Mondin zum Ausdruck kommt und eine im Winkel dazu verlaufene Wellung, die dem SW—NO bzw. W—O gerichteten Silvrettaschub ihre Entstehung verdankt, und

die in dem Auf- und Niedertauchen des Liaszuges (vgl. Höhenangaben auf S. 284) wieder besonders deutlich verfolgbar ist. Beide Bewegungen interferieren miteinander.

Das gleiche konnte SCHILLER (diese Zeitschrift 1904, S. 155) in der Sesvennagruppe konstatieren; wir sehen da die Richtungen des Oetztaler- und des Berninaschubes interferieren. Diese Interferenz tritt am auffälligsten bei Scarl zu Tage, wo sich gleichsam der Winkel befindet, an dem beide Bewegungen am stärksten aufeinander prallen mussten (vgl. Kartenskizze von SCHILLER l. c. S. 148). Aus dem S-Schub der Bernina und dem W—SW-Schub der Oetztaler resultiert hier dann der SW-Schub der Inntalüberschiebung mit SW—NO-Streichen. Erscheinungen, wie sie sich kreuzende Faltungsrichtungen, Transversalschieferung, eventuell einander schneidende Bruchsysteme und Transversalverschiebungen darstellen, erklären sich auf diese Weise ebenfalls zwanglos. Wo eine Mehrzahl lokaler Einflüsse, Auslösungen und Ablenkungen der Bewegungen modifiziert hat, werden noch weitgehendere Komplikationen als blosse Kreuzung zweier Faltungsrichtungen auftreten können (vgl. auch Mrs. OGILVIES, Torsion-Structures, Quarterly Journal, Bd. 55, 1899, S. 560).

Aus meinen Beobachtungen im Antirhätikon geht, wie ich meine, sicher hervor, dass wir es hier nicht mit einem „Fenster" in einer grossen Ueberschiebungsdecke zu tun haben, die aus **Süden** gekommen ist.

Aus meinen Beobachtungen geht ferner hervor, dass wir es hier auch nicht mit einem Fenster in einer, auf **glattrasierter** Schubfläche **von Ost nach West** gerichteten, Ueberschiebungsmasse zu tun haben.

Ich kann die Silvretta nicht als Deckscholle auffassen, sondern halte sie für ein zwischen Gebieten relativer Senkung aufgefaltetes **Zentralmassiv**, welches an den Rändern gegen diese genannten Sedimentärgebiete Ueberschiebungen von relativ geringem Ausmass hervorgerufen hat. Wir sehen, wie sich die tektonischen Verhältnisse, von gewissen Unterschieden abgesehen, im Westen, wie im Osten der Silvretta (Rhätikon und Antirhätikon) **spiegelbildlich** ähneln. **Auf der Strecke Grubenpass—Klosters fallen die Sedimente** sich einspitzend **nach Osten gegen die Silvretta, im Antirhätikon am Fluchthorn** fallen sie **nach Westen** gleichfalls **gegen dasselbe Massiv.** Wir sehen weiter das Charnier am Grubenpass, das dem des Larainjoch

entspricht, wir sehen ferner vom Grubenpass an westlich, die Schichten, in der Hauptsache, nach Norden fallend, in besonderer Abhängigkeit von der gesamtalpinen Faltung, und in geringerem Masse vom Silvrettaschub in Gestalt leichter Wellen tangiert. Auf der Strecke vom Grubenpass südlich wiegt dagegen die Silvrettamassivwirkung mit W—O-Schub vor. Stets aber geht der Schub gegen die Gebiete relativer Senkung, in diesem Falle das Prätigau.

Deutlich ist das von Jennings[1] in der Kartenskizze wiedergegebene Charnier bei Klosters. Wir sehen auch hier wieder in rein lokaler Abhängigkeit von dem Umbiegen der Silvretta an der Stelle, wo sie sich in die Pischa-Vadret-Keschmasse fortsetzt, scherende Bewegungen an Transversalverschiebungen, die in der wechselnden, zentralmassivischen Schubrichtung ihre Ursache zu haben scheinen.

Die Pischa-Keschmasse beherrscht von der Cotschna an die Ketten des Plessurgebirges. Im SW dieses Sedimentärgebietes treten dann neue Komplikationen auf, und die Beeinflussung durch die Silvretta in Streichen und Fallen findet mit dem Untertauchen dieses Massivs ihr Ende.

Meine Beobachtungen bekräftigen die Ansicht Steinmanns, dass in den genannten Bündner Aufbruchsgebieten Streichen und Fallen der Sedimente unabhängig vom allgemeinen Streichen des Alpengebietes sind, „dass sie vielmehr in direkter Beziehung stehen zu dem ursprünglichen Verlauf der Faciesgrenzen zwischen ostalpiner und helvetischer Ausbildungsweise der mesozoischen Sedimente".

Ich sehe im Antirhätikon, wie im Unterengadiner Dolomitengebiet (ähnlich wie dies Lorenz[2] für Prätigau und Glarnergebiet erkannte) Gebiete relativer Senkung, welche sich hier speziell in starker, tektonischer Abhängigkeit von den sie umgebenden kristallinen Massiven befinden. In hervorragendem Masse haben von diesen Massiven hier konzentrisch gerichtete Ueberschiebungen gegen die genannten Sedimentärgebiete stattgefunden, deren Streichen und Fallen sich fast exakt dem Verlauf der kristallinen Grenzen anpasst. Für die Richtung solcher Ueberschiebungen war offenbar neben der Ausdehnung der kristallinen Massive

[1] V. Jennings, Geology of the Davos District, Quarterly Journal 1899.

[2] Th. Lorenz, I Fläscherberg, Beitr. z. geol. Kart. d. Schweiz N. F. X, Lief. 1900, S. 51 ff., und Th. Lorenz, II Der südl. Rhätikon, diese Zeitschrift 1901, S. 75.

auch die Möglichkeit massgebend, nach welcher zur Zeit der tektonischen Vorgänge der Schub **auszuweichen** vermochte.

Lokale facielle Eigentümlichkeiten (vgl. Jura S. 280 Trias S. 279), Mächtigkeitsunterschiede, Wechsel in der **petrographischen** Beschaffenheit der Sedimente, Verlauf der Faciesgrenzen haben als Ursachen für Auslösung und Art tektonischer Bewegungen offenbar eine sehr wichtige Rolle gespielt; — besonders für den sog. „Aufbruchsvorgang". Wenn ich mich bildlich ausdrücken wollte, würde ich meine Vorstellung von dem etwaigen Verlauf des tektonischen Vorganges ungefähr in folgende Worte kleiden:

Wie die Wogen über ein sinkendes Schiff, das noch kurz zuvor auf ihren Kämmen getragen wurde, so schlugen die Ueberschiebungswellen über den sinkenden Sedimentmassen des Unterengadins zusammen.

Es würde mich zu weit führen, an die Beziehungen zu erinnern, die zwischen dem Auftreten kristalliner Massive, und dem Vorhandensein von Grenzscheiden zwischen Facieszonen existieren.

Jedenfalls aber bin ich der festen Ueberzeugung, dass gerade das Studium besonders unregelmässiger Gebiete — wie sie z. B. in Graubünden vorliegen — die Lösung mancher Fragen bringen wird, weil wir in solchen Gebieten gezwungen werden, uns vom verallgemeinernden Schema zu emanzipieren, und so aus den vielen individuellen Zügen auf den Gesamtcharakter des Riesenbauwerks der Alpen Schlüsse machen zu lernen.

Für viele Geologen bieten die Alpen noch eine Fülle schwieriger Rätsel, und eine grosse Menge mühevoller Detailarbeit ist noch zu leisten, bevor wir ein völlig klares Bild von dem im Einzelnen so mannigfach struierten Gebirgsbau der Alpen erhalten. Wir sind erst am Anfang der Erkenntnis, und riesige Arbeitsfelder liegen noch brach, oder schlecht beackert vor uns.

Der Antirhätikon und der Gebirgsbau der Alpen.

Ausgehend von den eigenartig unregelmässigen Verhältnissen in Graubünden, möchte ich einen Gedankengang kurz skizzieren, der sich mir vor drei Jahren zum erstenmal aufdrängte, und der seitdem immer festere Formen angenommen hat. Dabei laufe ich allerdings Gefahr — wie vielleicht auch schon in obigen Ausführungen —, von manchem für ausserordentlich altmodisch gehalten

zu werden, da ich den allermodernsten geologischen Einrichtungen nur wenig Verständnis abzugewinnen vermag.

Man hat sich heutzutage fast darauf verbissen, um jeden Preis von Grund auf Neues bringen zu wollen, oft bloss, weil es neu ist, weil es dem Alten, veraltet Erscheinenden, widerspricht.

An Stelle eines alten Schemas wird ein neues gesetzt, weit verschieden, aber eben doch wieder ein Schema. Man vergisst dabei vielfach, daran zu denken, dass unsere Vorgänger eine Fülle trefflicher, klar gesehener Beobachtungen gemacht, zusammengetragen, und dem Stande ihrer Zeit entsprechend verwertet haben.

Wenn man anfangs für die Erklärung eines so vielgestaltigen Baues, wie ihn die Alpen darstellen, nach einem einheitlichen Schema suchte, und ein solches mehrfach gefunden zu haben glaubte, so war das verzeihlich, da die mangelhafte Detailkenntnis der verschiedenen Alpengebiete daran schuld war. Bei unserer heutigen Kenntnis der Alpen **verbieten** die bisher gesicherten **Tatsachen** unseres Wissens das Aufstellen eines einzigen Schemas zur Erklärung des **gesamten Alpenbaues.** Die Natur arbeitet nun einmal nicht überall nach demselben Schema, sie schafft nach grossen Gesetzen, deren Aeusserungen je nach den speziellen Verhältnissen ausserordentlich verschiedenartig in die Erscheinung treten können. — Anstatt dass der Mensch nun versucht, Grundgesetze zu erkennen, und ihren vielgestaltigen Wirkungen nachzuspüren, konstruiert er sich ein gekünsteltes System, in das er alles, was ihm begegnet, hineinzuzwängen, oder auseinanderzuzerren sucht, wie in einem Prokrustesbett.

Wir werden vielleicht einst die Entstehung aller Gebirge der Erde nach allgemein gültigen Gesetzen zu erklären vermögen, nach einem allgültigen Schema niemals!

Schon West- und Ostalpen verdanken zwar wohl einer Grundursache ihr Dasein als Gebirge, doch sind sie weit davon entfernt, den gleichen Bauplan zu besitzen!

Wie z. B. in jedem Lebewesen sich der Entwicklungsgang seiner Vorfahren äussert, wie jedes Menschen Art und Wesen durch die Kultur der Voreltern beeinflusst ist, wie jedes Volk das Produkt seines geschichtlichen Werdeganges ist, so ist auch in der anorganischen Natur jedes Ding das Produkt der chemischen und physikalischen Verhältnisse, die eine Einwirkung auf dasselbe ausübten. — In hervorragendstem Masse ist jedes Gebirge, jeder

Gebirgsteil in seiner ganzen heutigen Erscheinung das **Produkt seiner Vorgeschichte** vom Beginn der Entstehung seiner ältesten Gesteine bis auf den heutigen Tag.

Einheitlich vorgebildete Gebiete (stratigraphisch, wie eventuell auch tektonisch) werden auf dasselbe Agens einheitlich reagieren und — wenn nicht ausserhalb ihrer Sphäre liegende, anderweitig sie beeinflussende Störungen eintreten — als einheitlich erscheinendes Endprodukt aus einem Umbildungsprozess hervorgehen.

In Einzelteilen verschiedenartig im Laufe ihrer Vorgeschichte entwickelte Gebiete, müssen dagegen auch unbedingt verschiedenartig auf gleichartig einwirkende Mächte reagieren.

Bei der Errichtung der Riesenbauten unserer Gebirge muss daher die Architektur vor allem je nach dem **Baumaterial,** und je nach der Einbeziehung alter Gebirgsreste, eine sehr verschiedenartige sein. — Auf mechanischem Wege entstandene Gebilde, wie unsere Gebirge es sind, müssen für die Regelmässigkeiten, wie für die Unregelmässigkeiten ihres Baues mechanische Ursachen haben.

Ein auf weite horizontale Strecken gleichmässig aus nicht spröden Kalken gebildetes Gebiet wird auf tangentialen Schub anders reagieren müssen, als eine auf kurze Distanz in schroffem Wechsel aus mächtigen spröden Dolomiten und Kalken und weichen Mergeln zusammengesetzte Gegend (vgl. hierzu HEIM, DIENER u. a.).

Es ist z. B. mechanisch ein Unding, verlangen zu wollen, dass die relativ einheitlich vorgebildete helvetische Jura-Kreide-Eocänzone in gleicher Weise auf die Alpenfaltung reagiert haben soll, wie z. B. die nördliche Kalkzone der Ostalpen mit ihren wechselvollen Faciesverhältnissen.

STEINMANN hat wichtige Beziehungen zwischen dem Verlauf der Faciesgrenze zwischen helvetischer und ostalpiner Facies und den tektonischen Störungen in den helvetisch-ostalpinen Grenzgebieten Graubündens erkannt. Von diesem Gedanken ausgehend, und nach meinen Beobachtungen in Graubünden, wie in verschiedenen für diese Fragen wichtigen ostalpinen Gegenden, spielen **facielle Verhältnisse jeder Art,** die nochmals kurz genannt sein sollen, wie Mächtigkeitsunterschiede, Art der petrographischen Ausbildung, Wechsel in der petrographischen Beschaffenheit in der Horizontalen, wie in der Vertikalen; Einbeziehung alter Gebirgsteile etc. für das Werden der Architektonik der Gebirge unter dem Einfluss gebirgs-

bildender Kräfte eine sehr grosse Rolle. — Jedem unbefangenen Beschauer muss, meine ich, bei dem Vergleich verschiedener typischer, gleichsam in dem Rahmen des ganzen Alpenbaus individuell in die Erscheinung tretender Alpengebiete, wie es z. B. die karnischen Alpen, die Südtiroler Dolomiten, die Graubündner Aufbruchgebiete, und die nordschweizerischen Kreide-Eocänketten, oder die ostalpinen nördlichen Kalkalpen und Einzelteile derselben sind, sich die Erkenntnis aufdrängen, dass diese Gebiete fast alle voneinander verschiedene Bauart besitzen, und dass dies seinen Grund in ihrer **verschiedenen Vorgeschichte haben muss.** —

Bevor wir den begonnenen Gedankengang weiter verfolgen, wollen wir an einige typische Unterschiede in der Ausgestaltung verschiedener Alpengebiete erinnern:

In den Westalpen: relativ einheitliche zonale Anordnung faciell gleichartiger in Jura, Kreide und Eocän, auch petrographisch recht **gleichmässig** ausgebildeter, vorwiegend kalkig-kalkigtoniger Sedimente. Also Schaffung eines **relativ einheitlichen Baumaterials** auf weite Strecken (in ± zonaler Anordnung).

Tektonischer Charakter: Falten- und Faltenüberschiebungsarchitektur auf weite Strecken und relatives Zurücktreten von Brüchen und Transversalverschiebungen.

In den Ostalpen: vielfach auf kurze Entfernungen verschiedenartige, mehr oder weniger schroff wechselnde Faciesgebiete, sowohl in der nördlichen, wie in der südlichen Kalkzone. D. h. also: Bildung ausserordentlich verschiedenartigen Baumaterials von sehr mannigfacher Konsistenz in jähem Wechsel, und von sehr verschiedener Grösse der faciellen Einheiten. —

Tektonischer Charakter: Auftreten von Brüchen, **Vorwiegen** von Bruchüberschiebungen, Transversalverschiebungen event. Torsionen. — **Zurücktreten** von Faltenbildung bis zum völligen Fehlen von kettenförmiger Anordnung: Schollenstruktur.

Die Westalpen stellen also ein faciell relativ einheitlich vorgebildetes Gebiet dar, dessen tektonischer Charakter auch dementsprechend relativ einheitlich geworden ist.

Die Ostalpen dagegen mit ihrem vielfachen Facieswechsel erscheinen als ein sehr mannigfach struiertes Gebirgsgebilde; sowohl im Norden, wie im Süden.

Nachdem wir in kurzen Zügen an die Art der Zusammensetzung und den verschiedenartigen Bau von Ost- und Westalpen erinnert haben, wollen wir versuchen, uns ein Bild davon zu machen, wie gebirgsbildende Vorgänge auf derartig vorgebildete Gebiete wohl gewirkt haben können.

Wir müssen zu diesem Zweck von der KANT-LAPLACEschen Hypothese von der Entstehung des Weltsystems ausgehen. — Wir betrachten die Erde als einen auch jetzt noch in Abkühlung begriffenen Körper, und deuten die Gebirge als Folgen der Kontraktion, der die äussere Hülle, besonders der Schichtgesteine, nicht in gleicher Intensität und Gleichmässigkeit durch Kontraktion folgen kann, wie der homogenere Kern. — Eine plausiblere Erklärung für das Auftreten der Gebirgsbildung, als die Kontraktionstheorie, ist bis jetzt noch nicht gegeben worden, und wir dürfen wohl mit Recht in der Kontraktion des Erdkörpers die primäre Ursache für die Entstehung der Gebirge annehmen.

Die Fragen, warum zu gewissen Zeiten und in gewissen Zonen Gebirge entstanden sind, versuchte man auf verschiedene Weise zu beantworten, ohne dass bis jetzt eine irgendwie allgemein befriedigende Lösung gefunden wäre.

Für unsere Deduktionen können wir diese Fragen auch vorderhand unberücksichtigt lassen.

Wir nehmen die Kontraktion der Erde als gegebene Grundlage für die Gebirgsbildung, als das Hauptgesetz für das Werden der Gebirge. Bei der Kontraktion des Erdkerns, und der gleichfalls mehr oder weniger homogenen Panzerdecke, kann besonders die in ihrer Zusammensetzung weniger gleichartig sich verhaltende Schichtenhülle nicht in gleichem Masse der Kontraktion folgen (zumal die verschiedenen Gesteinskomplexe verschiedene Ausdehnungsexponenten besitzen, und sich auch je nach ihrer petrographischen Beschaffenheit mechanisch verschieden verhalten müssen).

Das Resultat ist: Aufwölbung, Zusammenstauung zu Falten, und zwar umso gleichmässiger, je einheitlich-gleichmässiger das Baumaterial, d. h. die in dem Faltungsbezirke befindliche Sedimentsdecke auf weite Strecken struiert ist.

Die Faltengewölbe werden **um so reichlicher und höher** emporgefaltet werden können, **je einheitlicher,** und je druck- und zugfester **das Baumaterial** ist.

Während einerseits derartige Auffaltungen entstehen, verkürzt sich doch vor allem bei der Kontraktion der Erde der Erd-

radius, so dass der Auffaltung, die einer lokalen Verlängerung des Erdradius entspricht, mindestens Niederbrüche in einem die Emporfaltung etwas überkompensierendem Masse entsprechen müssen.

Einheitliche Auffaltungen in grossem Ausmass bedingt durch gleichmässiges Baumaterial auf weite Längserstreckung (= Einheitlichkeit der Facies im Mesozoicum der Westalpen) bedingte, wie es scheint, auch einheitliche Reaktion in centripetalem Sinne, d. i. Niederbruch der Poebene, Versinken der südlichen Kalkzone im Süden der Westalpen.

Mir erscheint nach dem Gesagten, die fast geschlossene Kette **sehr hoher** Erhebungen (Centralmassive) im Gebiete der **Westalpen,** sowie die relativ gleichartige tektonische Gestaltung ihrer nördlichen Kalkzone einerseits, wie die **sekundäre** Asymmetrie durch Niederbruch der Poebene anderseits, ihre Hauptursache in der zonal auf weite Strecken faciell gleichmässig ausgebildeten mesozoischen und tertiären Sedimentserie des westalpinen Gebietes zu haben[1].

Betrachten wir dagegen die Ostalpen. Hier sehen wir erstens die zentrale kristalline Achse zu **bedeutend geringerer** durchschnittlicher Höhe emporgehoben; wir sehen nördliche und südliche Kalkzone erhalten, und können im Anschluss an den oben entwickelten Gedankengang folgenden Erklärungsversuch für diese Tatsachen finden.

Wie bei den Westalpen, so wirkte auch in deren östlicher Verlängerung in gleicher Weise die Kontraktion der Hauptsache nach als zweiseitig von N und S gerichteter tangentialer Druck. Naturgemäss wurden auch hier die zentralen Massen am stärksten emporgestaut, doch war hier dieser Prozess nur bis zu einem gewissen Grade möglich, da die faciell verschiedenartig ausgebildeten, mosaikartig in ihrer Zusammensetzung wechselnden Gebiete nicht mechanisch einheitlich wirken konnten! Die Konstruktion mächtiger Gewölbe und Faltenzüge war hier wegen der Verschiedenartigkeit und Ungleichheit des Baumaterials eine mechanische Unmöglichkeit! Die zentripetalen Reaktionen der Erdradiusverkürzung fanden gleichsam auch innerhalb des eigentlichen Baugebietes, **während des Baues statt,** weil Faciesgrenzen etc. Linien

[1] Nach dem Gesagten müssen wir annehmen, dass in der Mehrzahl der höchsten Kettengebirge der Erde relativ einheitliche facielle Verhältnisse auf weite Strecken in zonaler Anordnung bestehen müssen, was tatsächlich der Fall zu sein scheint.

geringeren Widerstandes darstellten. Mosaikartig sank schon während der Auffaltung Faciesscholle neben Faciesscholle an Verwerfungen ab, bzw. wurde horizontal auch verschoben, wobei allerdings auch bei den Ostalpen das allgemeine mediterrane Senkungsgebiet im Süden das grösste Ausmass zentripetaler Bewegungen aufweist.

Betrachten wir schliesslich das eigenartige Mittelstück der Alpen: **Graubünden** (und zum Teil Glarus), welches in mancher Hinsicht zu den Ostalpen, in anderer zu den Westalpen gehört: bzw. ein Gebiet sui generis darstellt. — Wir sehen hier Gebiete vor uns, in denen offenbar tief buchtenartig eingreifende Meeresarme faciell eigenartige Bildungen abgelagert haben.

Es scheint, als ob hier diese Meeresarme spezialisierter Faciesausbildung quer zum OW-Verlauf der rein helvetischen und rein ostalpinen Bildungen nach Süden und Südosten unregelmässig begrenzte Buchten ausgesandt haben, so dass auch mehr oder weniger **meridional verlaufende Faciesgrenzen entstanden,** zwischen denen in zum Teil von dem Hauptstreichen der Alpen abweichender Streichrichtung ein Zentralmassiv (Silvretta) emporgepresst wurde, während Ferwall und Oetztaler, sowie Bernina schon mehr wieder der allgemeinen SW—NO-Richtung folgen. — Die Gebiete spezialisierter Faciesausbildung in Bünden scheinen dann während der Alpenfaltung gleichfalls mitten während des Alpenaufbaus zum Teil kompensierenden, zentripetalen Bewegungen ausgesetzt gewesen zu sein.

Aus faciellen Gründen scheint es in Glarus und Graubünden nicht zu einer mehr oder weniger einheitlichen, axialen Zentralmassivbildung gekommen zu sein. — Die kristallinen Massive erscheinen hier unregelmässig verteilt, und zwischen ihnen liegen die Gebiete relativer Senkung zum Teil mitten im Gebirgskörper.

Betrachten wir nun diese Grenzregion noch nach einem weiteren Gesichtspunkt. Wenn wir vom östlichen Ende des Finsteraarmassivs eine Linie nach Süden ziehen, so treffen wir fast genau auf den Beginn der südlichen Kalkzone, welche südlich der Bündner Aufbruchsgebiete an Breite gewinnt.

Mir scheint hier ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Beginn der südlichen Kalkzone am Luganer See und dem Auftreten der **intraalpinen Gebiete relativer Senkung** zu bestehen.

Das grosse Ausmass einheitlicher starker, zentripetaler Bewegungen, welches in den weiter westlich gelegenen Gebieten als einheit-

liche Reaktion auf die enorme Emporpressung notwendig war, so dass der Niederbruch der Poebene erfolgen musste, wurde für die Gebiete vom Luganer See an östlich, etwa bis in die Gegend des Idrosees trotz der hohen Auffaltung der Bernina und Silvretta im Süden nicht nötig, da hier die intraalpinen Bündner und Glarner Einbruchsgebiete in zentripetalem Sinne kompensierend wirkten.

Diese hier ausgesprochenen Gedanken in vielen Einzelheiten zu verfolgen, fehlt mir leider momentan Raum und Zeit; es wird dies später noch in ausführlicherer und gründlicherer Weise zu geschehen haben.

Mir scheint jedoch, als ob dieser Gedankengang, der auf vielen alten Befunden basiert, und von der Steinmannschen Idee der Wichtigkeit der Faciesgrenzen für tektonische Störungen ausgeht, uns zu einer ungekünstelten, relativ einfachen und einheitlichen Auffassung der Entstehung der Alpen führen kann.

Vor allem gliedern sich die vielen Unregelmässigkeiten, die unsere Alpen aufweisen, organisch in einen natürlichen Werdegang des Ganzen ein, ja die Unregelmässigkeiten in Graubünden waren es besonders, die uns den Schlüssel für den Versuch gaben, ihr Erscheinen Grundgesetzen unterzuordnen, die mit für die Entstehung des komplizierten Alpenbaues ausschlaggebend gewesen sein dürften.

QE385 .P36 1984
Geologische Beobachtungen im Antirh
Kummel Library AHS1166
3 2044 032 834 251

	DATE DUE		

QE
385
.P36
1984

Geologische Beobachtungen
im Antirhätikon

W. Paulcke

KUMMEL LIBRARY